

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

404
US

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2002年 7月18日

出願番号
Application Number:

特願2002-209776

[ST.10/C]:

[JP2002-209776]

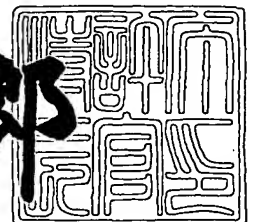
出願人
Applicant(s):

日本電気株式会社

2003年 6月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3041784

【書類名】 特許願

【整理番号】 49200172

【提出日】 平成14年 7月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 12/437

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 田島 章雄

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100088328

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 金田 暢之

 【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

 【識別番号】 100106297

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

 【識別番号】 100106138

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 089681

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710078

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 通信ノードおよびスイッチ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 1 つの光送信器と少なくとも 1 つの光受信器を備え、対向ノードとの間で光信号を送受信する光伝送装置と、

前記対向ノードに送信する光信号を伝送するための少なくとも 1 本の送信伝送路、前記対向ノードからの光信号を伝送するための少なくとも 1 本の受信伝送路、前記光送信器、および前記光受信器と接続され、前記送信伝送路および前記受信伝送路に障害がなければ、前記光送信器からの光信号を前記送信伝送路に送り前記受信伝送路からの光信号を前記光受信器に送り、前記送信伝送路に障害が起こると、前記光送信器からの前記光信号を前記受信伝送路に送るように切り替わり、前記受信伝送路に障害が起こると、前記光受信器に送る前記光信号を前記送信伝送路から受けるように切り替わるスイッチ装置とを有する通信ノード。

【請求項 2】 前記光伝送装置に備えられた全ての前記光送信器からの光信号の波長が互いに異なり、前記対向ノードからの光信号の波長とも異なる、請求項 1 記載の通信ノード。

【請求項 3】 少なくとも 1 つの光送信器と少なくとも 1 つの光受信器を備え、対向ノードとの間で光信号を送受信する複数の光伝送装置と、

前記光伝送装置と前記対向ノードとが送受信する光信号を伝送する複数の伝送路、前記光送信器および前記光受信器に接続されており、いずれかの伝送路に障害が起こると、該伝送路によって伝送されていた光信号を他のいずれかの伝送路に多重して伝送するように切り替わるスイッチ装置とを有する通信ノード。

【請求項 4】 障害の発生した伝送路によって伝送されていた光信号の波長と、該伝送路の障害時に該光信号が多重される伝送路によって伝送されていた光信号の波長とが互いに異なる、請求項 3 記載の通信ノード。

【請求項 5】 複数の接続されてリング型ネットワークを構成する通信ノードであって、

少なくとも 1 つの光送信器と少なくとも 1 つの光受信器を備え、一方の隣接ノードから光信号を受信し、他方の隣接ノードに光信号を送信する光伝送装置と、

前記一方の隣接ノードとの間の一方の伝送路、前記他方の隣接ノードとの間の他方の伝送路、前記光送信器、および前記光受信器に接続され、前記一方の伝送路および前記他方の伝送路に障害がなければ、前記一方の隣接ノードからの光信号を前記一方の伝送路から受けて前記光受信器に送り、前記光送信器から前記他方の隣接ノードへの光信号を前記他方の伝送路に送り、前記リング型ネットワークを構成する前記一方の隣接ノード以外の通信ノードからの光信号が前記他方の伝送路から入力されると該光信号を前記一方の伝送路に中継しており、前記一方の伝送路に障害が起こると、前記一方の隣接ノードからの前記光信号を前記他方の伝送路から受けて前記光受信器に送るように切り替わり、前記他方の伝送路に障害が起こると、前記光送信器から前記他方の隣接ノードへの光信号を前記一方の伝送路に送るように切り替わるスイッチ装置とを有する通信ノード。

【請求項 6】 前記リング型ネットワークを構成する全ての通信ノードの送信する光信号の波長が互いに異なる、請求項 5 記載の通信ノード。

【請求項 7】 複数が接続されてリング型ネットワークを構成する通信ノードであって、

隣接ノードに光信号を送信する複数の光送信器と前記隣接ノードからの光信号を受信する複数の光受信器を備え、双方の前記隣接ノードと光信号を送受信する光伝送装置と、

前記隣接ノードに送信する光信号を伝送するための送信伝送路、該隣接ノードからの光信号を伝送するための受信伝送路、前記光送信器、および前記光受信器と接続され、前記送信伝送路および前記受信伝送路に障害がなければ、前記光送信器から前記隣接ノードへの光信号を前記送信伝送路に送信し、該隣接ノードからの光信号を前記受信伝送路から受信して前記光受信器に送り、前記送信伝送路に障害が起こると、前記光送信器から該送信伝送路に送っていた光信号を、該送信伝送路と同じ隣接ノードに接続された受信伝送路に送信するように切り替わり、前記受信伝送路に障害が起こると、該受信伝送路から受信して前記光受信器に送っていた光信号を、該受信伝送路と同じ隣接ノードに接続された送信伝送路から受信するように切り替わるスイッチ装置とを有する通信ノード。

【請求項 8】 前記光送信器から前記隣接ノードへの光信号の波長と、前記

隣接ノードからの光信号の波長とが互いに異なる、請求項7記載の通信ノード。

【請求項9】 前記スイッチ装置が、光信号を双方向に透過可能な光スイッチを含む、請求項1～8のいずれか1項に記載の通信ノード。

【請求項10】 少なくとも1つの光送信器と少なくとも1つの光受信器を備え対向ノードとの間で光信号を送受信する光伝送装置に接続され、通信ノードを構成するスイッチ装置において、

前記対向ノードに送信する光信号を伝送するための少なくとも1本の送信伝送路、前記対向ノードからの光信号を伝送するための少なくとも1本の受信伝送路、前記光送信器、および前記光受信器と接続され、前記送信伝送路および前記受信伝送路に障害がなければ、前記光送信器からの光信号を前記送信伝送路に送り前記受信伝送路からの光信号を前記光受信器に送り、前記送信伝送路に障害が起これば、前記光送信器からの前記光信号を前記受信伝送路に送るように切り替わり、前記受信伝送路に障害が起これば、前記光受信器に送る前記光信号を前記送信伝送路から受けるように切り替わることを特徴とするスイッチ装置。

【請求項11】 前記光伝送装置に備えられた全ての前記光送信器からの光信号の波長が互いに異なり、前記対向ノードからの光信号の波長とも異なる、請求項10記載のスイッチ装置。

【請求項12】 少なくとも1つの光送信器と少なくとも1つの光受信器を備え対向ノードとの間で光信号を送受信する複数の光伝送装置に接続され、通信ノードを構成するスイッチ装置において、

前記光伝送装置と前記対向ノードとが送受信する光信号を伝送する複数の伝送路、前記光送信器および前記光受信器に接続されており、いずれかの伝送路に障害が起これば、該伝送路によって伝送されていた光信号を他のいずれかの伝送路に多重して伝送するように切り替わることを特徴とするスイッチ装置。

【請求項13】 障害の発生した伝送路によって伝送されていた光信号の波長と、該伝送路の障害時に該光信号が多重される伝送路によって伝送されていた光信号の波長とが互いに異なる、請求項12記載のスイッチ装置。

【請求項14】 少なくとも1つの光送信器と少なくとも1つの光受信器を備え一方の隣接ノードから光信号を受信し他方の隣接ノードに光信号を送信する

光伝送装置に接続され、リング型ネットワークの通信ノードを構成するスイッチ装置において、

前記一方の隣接ノードとの間の一方の伝送路、前記他方の隣接ノードとの間の他方の伝送路、前記光送信器、および前記光受信器に接続され、前記一方の伝送路および前記他方の伝送路に障害がなければ、前記一方の隣接ノードからの光信号を前記一方の伝送路から受けて前記光受信器に送り、前記光送信器から前記他方の隣接ノードへの光信号を前記他方の伝送路に送り、前記リング型ネットワークを構成する前記一方の隣接ノード以外の通信ノードからの光信号が前記他方の伝送路から入力されると該光信号を前記一方の伝送路に中継しており、前記一方の伝送路に障害が起こると、前記一方の隣接ノードからの前記光信号を前記他方の伝送路から受けて前記光受信器に送るように切り替わり、前記他方の伝送路に障害が起こると、前記光送信器から前記他方の隣接ノードへの光信号を前記一方の伝送路に送るように切り替わることを特徴とするスイッチ装置。

【請求項15】 前記リング型ネットワークを構成する全ての通信ノードの送信する光信号の波長が互いに異なる、請求項14記載のスイッチ装置。

【請求項16】 隣接ノードに光信号を送信する複数の光送信器と前記隣接ノードからの光信号を受信する複数の光受信器を備え双方の前記隣接ノードと光信号を送受信する光伝送装置に接続され、リング型ネットワークの通信ノードを構成するスイッチ装置において、

前記隣接ノードに送信する光信号を伝送するための送信伝送路、該隣接ノードからの光信号を伝送するための受信伝送路、前記光送信器、および前記光受信器と接続され、前記送信伝送路および前記受信伝送路に障害がなければ、前記光送信器から前記隣接ノードへの光信号を前記送信伝送路に送信し、該隣接ノードからの光信号を前記受信伝送路から受信して前記光受信器に送り、前記送信伝送路に障害が起こると、前記光送信器から該送信伝送路に送っていた光信号を、該送信伝送路と同じ隣接ノードに接続された受信伝送路に送信するように切り替わり、前記受信伝送路に障害が起こると、該受信伝送路から受信して前記光受信器に送っていた光信号を、該受信伝送路と同じ隣接ノードに接続された送信伝送路から受信するように切り替わることを特徴とするスイッチ装置。

【請求項17】 前記光送信器から前記隣接ノードへの光信号の波長と、前記隣接ノードからの光信号の波長とが互いに異なる、請求項16記載のスイッチ装置。

【請求項18】 光信号を双方向に透過可能な光スイッチを含む、請求項10～17のいずれか1項に記載のスイッチ装置。

【請求項19】 複数の外部光信号を複数の伝送路で伝送するためのスイッチ装置であって、

前記伝送路に対応して備えられ、複数の第1の入出力ポートと1つの第2の入出力ポートを有し、それぞれの前記第1の入出力ポートと前記第2の入出力ポートの間に互いに異なる光信号を透過し、自身と対応する伝送路に前記第2の入出力ポートが接続された複数の光合分波器と、

前記外部光信号に対応して備えられ、所定の光合分波器に対応する伝送路に障害がなければ、自身に対応する外部光信号を前記光合分波器の第1の入出力ポートに接続し、前記伝送路に障害が起こると、前記外部光信号を他の光合分波器の第1の入出力ポートに接続するように切り替わる複数の光スイッチを有するスイッチ装置。

【請求項20】 複数の外部光信号を複数の伝送路で伝送するためのスイッチ装置であって、

前記伝送路に対応して備えられ、複数の第1の入出力ポートと1つの第2の入出力ポートを有し、それぞれの前記第1の入出力ポートと前記第2の入出力ポートの間に互いに異なる光信号を透過し、自身と対応する伝送路に前記第2の入出力ポートが接続された複数の第1の光合分波器と、

複数の第3の入出力ポートと1つの第4の入出力ポートを有し、それぞれの前記第3の入出力ポートと前記第4の入出力ポートの間に互いに異なる光信号を透過し、それぞれの前記第3の入出力ポートが、互いに異なる外部光信号に接続された複数の第2の光合分波器と、

前記第2の光合分波器に対応して備えられ、所定の第1の光合分波器に対応した伝送路に障害が無ければ、自身に対応する第2の光合分波器の第4の入出力ポートと前記第1の光合分波器の第1の入出力ポートを接続しており、前記伝送路

に障害が起こると、前記第 2 の光合分波器の第 4 の入出力ポートと他の第 1 の光合分波器の第 1 の入出力ポートを接続するように切り替わる光スイッチとを有するスイッチ装置。

【請求項 2 1】 リング型ネットワークを構成する 2 本の伝送路の間に接続され、外部光信号を前記リング型ネットワークで伝送するためのスイッチ装置であって、

前記伝送路に対応して備えられ、複数の第 1 の入出力ポートと 1 つの第 2 の入出力ポートを有し、それぞれの前記第 1 の入出力ポートと前記第 2 の入出力ポートの間に互いに異なる光信号を透過し、自身に対応する伝送路に前記第 2 の入出力ポートが接続され、前記第 1 の入出力ポートの一部が互いに接続された 2 つの光合分波器と、

前記外部光信号に対応して備えられ、所定の伝送路と対応する光合分波器に接続された伝送路に障害がなければ、自身に対応する外部光信号を前記光合分波器の第 1 の入出力ポートに接続し、前記伝送路に障害が起こると、前記外部光信号を、もう 1 本の伝送路に対応する光合分波器の第 1 の入出力ポートに接続するように切り替わる複数の光スイッチを有するスイッチ装置。

【請求項 2 2】 隣接ノード間が複数の伝送路で接続されたリング型ネットワークによって外部光信号を伝送するためのスイッチ装置であって、

前記伝送路に対応して備えられ、複数の第 1 の入出力ポートと 1 つの第 2 の入出力ポートを有し、それぞれの前記第 1 の入出力ポートと前記第 2 の入出力ポートの間に互いに異なる光信号を透過し、自身に対応する伝送路に前記第 2 の入出力ポートが接続された複数の光合分波器と、

前記外部光信号に対応して備えられ、所定の光合分波器に対応する伝送路に障害がなければ、自身に対応する外部光信号を前記光合分波器の第 1 の入出力ポートに接続し、前記伝送路に障害が起こると、前記外部光信号を他の光合分波器の第 1 の入出力ポートに接続するように切り替わる複数の光スイッチを有するスイッチ装置。

【請求項 2 3】 前記光合分波器の複数の前記第 1 の入出力ポートは互いに異なる波長の光信号を透過する、請求項 1 9, 2 1, 2 2 のいずれか 1 項に記載

のスイッチ装置。

【請求項 2 4】 前記第 1 の光合分波器の複数の前記第 1 の入出力ポートは互いに異なる波長の光信号を透過し、前記第 2 の光合分波器の複数の前記第 3 の入出力ポートは互いに異なる波長の光信号を透過する、請求項 2 0 記載のスイッチ装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、大容量高速光ネットワークに関し、特に、光ネットワークにおける伝送路のプロテクションに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、大容量高速光ネットワークは、1 本の光ファイバ伝送路により伝送される信号の方向は 1 方向のみであった。

【0 0 0 3】

対向装置間で上りおよび下りの双方向の信号を伝送する場合には 2 本に光ファイバ伝送路が必要であった。

【0 0 0 4】

さらに、光ファイバ伝送路の障害に対してプロテクションを行うためには、上り信号および下り信号のそれぞれのために、現用および予備の 2 本の光ファイバ伝送路を設ける必要があった。したがって、この場合、4 本の光ファイバ伝送路が必要であった。

【0 0 0 5】

例えば、特開平 4 - 3 3 4 1 3 5 号公報にプロテクション機能を有する従来の光ネットワークの構成例が示されている。その記載によれば、光送信器から送信された光信号は、光方向性カプラによって、現用および予備の 2 本の光ファイバ伝送路に分岐されている。2 本の光ファイバ伝送路で伝送された光信号は、それぞれ光受信器で受信される。そして、信号切替スイッチは 2 つの光受信器の受信信号のうちいずれかを選択する。

【0006】

特開平4-334135号公報に記載された構成を2つ組み合わせることにより、上りおよび下りの双方向の伝送を実現することができる。

【0007】

また、特開平10-336120号公報の図1には、プロテクション機能を備えた双方向の伝送を2本の光ファイバ伝送路により実現した光ネットワークの構成例が示されている。その記載によれば、2つのノードが対向しており、2本の光ファイバ伝送路（公報では双方向ライン）により接続されている。ノードは、スイッチングユニットと光ユニットを有している。スイッチングユニットは電気的な信号を扱う回路であり、プロテクション切り替えのために信号の接続を切り替える。光ユニットは光信号を送受信するために、電気信号と光信号を相互に変換する光送信器および光受信器により構成されている。ここでは図中の左に向かう信号が上り信号であり、右に向かう信号が下り信号であるとする。

【0008】

特開平10-336120号公報による光ネットワークは、第1の光ファイバ伝送路により現用の上り信号と予備の下り信号を伝送し、第2の光ファイバ伝送路により現用の下り信号と予備の上り信号を伝送している。

【0009】

ここで、例えば、第1の光ファイバ伝送路に障害が起こったとする。第1の光ファイバ伝送路には現用の上り信号が伝送されているので、上り信号は第2の光ファイバ伝送路の予備に切り替えられる。このプロテクション切り替えは、スイッチングユニット内にて電氣的に行われる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

特開平4-3334135号公報に記載された構成を2つ組み合わせて双方向通信を実現するためには、上り下りそれぞれに対して現用および予備が設けられるので、4本もの光ファイバ伝送路が必要である。

【0011】

したがって、特開平4-3334135号公報の記載による光ネットワークで

は、数多くの光ファイバ伝送路を敷設する必要があり、敷設費用が高くなっていた。また、ダークファイバを用いるサービスにおいては、ダークファイバの使用料が高くなっていた。

【0012】

また、この特開平4-3334135号公報の記載による光ネットワークでは、光受信器について、現用の上り信号を受信する光受信器、現用の下り信号を受信する光受信器、予備の上り信号を受信する光受信器、および予備の下り信号を受信する光受信器の4つの光受信器が必要である。また、信頼性向上のために光送信器を2重化することを考えると、光送信器も光受信器と同様に4つ必要である。

【0013】

したがって、この特開平4-3334135号公報の記載による光ネットワークでは、光部品により伝送装置のコストが高くなっていた。特に、伝送速度が10Gbpsを越える光送信器および光受信器は非常に高価でかつサイズも大きい。そのために、伝送装置が高コストかつサイズの大きなものになっていた。

【0014】

そして、予備の光ファイバ伝送路、光送信器および光受信器は通常時には利用されないため、システムの有する伝送帯域が有効に利用されていなかった。

【0015】

また、特開平10-336120号公報の図1に記載された光ネットワークでは、光ユニットには、現用の上り信号を送信する光送信器、現用の下り信号を送信する光送信器、予備の上り信号を送信する光送信器、予備の下り信号を送信する光送信器と4つの光送信器が必要であった。また、光ユニットには、現用の上り信号を受信する光受信器、現用の下り信号を受信する光受信器、予備の上り信号を受信する光受信器、予備の下り信号を受信する光受信器と4つの光受信器が必要であった。

【0016】

そのため、特開平10-336120号公報に記載された光ネットワークは、特開平4-3334135号公報による光ネットワークと同様に、光部品により

伝送装置のコストが高くなっていた。また、特に、伝送速度が 1 0 G b p s を越える光送信器および光受信器は高価でサイズも大きく、伝送装置が高コストかつサイズも大きなものとなっていた。

【 0 0 1 7 】

本発明の目的は、プロテクション機能を有し、低コストの通信ノードにより構成された光ネットワークシステムを提供することである。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の通信ノードは、少なくとも 1 つの光送信器と少なくとも 1 つの光受信器を備え、対向ノードとの間で光信号を送受信する光伝送装置と、

前記対向ノードに送信する光信号を伝送するための少なくとも 1 本の送信伝送路、前記対向ノードからの光信号を伝送するための少なくとも 1 本の受信伝送路、前記光送信器、および前記光受信器と接続され、前記送信伝送路および前記受信伝送路に障害がなければ、前記光送信器からの光信号を前記送信伝送路に送り前記受信伝送路からの光信号を前記光受信器に送り、前記送信伝送路に障害が起こると、前記光送信器からの前記光信号を前記受信伝送路に送るように切り替わり、前記受信伝送路に障害が起こると、前記光受信器に送る前記光信号を前記送信伝送路から受けるように切り替わるスイッチ装置とを有している。

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、いずれかの伝送路に障害が起きると、スイッチ装置が他の伝送路によって光信号が伝送されるように選択を切り替えるので、予備の伝送路と予備の伝送路にて光信号を伝送するための光送信器および光受信器とを備えることなくプロテクション機能が実現されて信頼性が高く、かつコストの低い通信ネットワークを構成することができる。

【 0 0 2 0 】

なお、前記光伝送装置に備えられた全ての前記光送信器からの光信号の波長が互いに異なり、前記対向ノードからの光信号の波長とも異なることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

したがって、いずれかの伝送路に障害が起きると、その伝送路の光信号を他の伝送路に波長多重するようにスイッチ装置が選択を切り替えるので、予備の伝送路と予備の伝送路にて光信号を伝送するための光送信器および光受信器とを備えることなくプロテクション機能が実現されて信頼性が高く、かつコストの低い通信ネットワークを構成することができる。

【 0 0 2 2 】

本発明の他の通信ノードは、少なくとも1つの光送信器と少なくとも1つの光受信器を備え、対向ノードとの間で光信号を送受信する複数の光伝送装置と、

前記光伝送装置と前記対向ノードとが送受信する光信号を伝送する複数の伝送路、前記光送信器および前記光受信器に接続されており、いずれかの伝送路に障害が起こると、該伝送路によって伝送されていた光信号を他のいずれかの伝送路に多重して伝送するように切り替わるスイッチ装置とを有している。

【 0 0 2 3 】

なお、障害の発生した伝送路によって伝送されていた光信号の波長と、該伝送路の障害時に該光信号が多重される伝送路によって伝送されていた光信号の波長とが互いに異なることが好ましい。

【 0 0 2 4 】

本発明のさらに他の通信ノードは、複数の接続されてリング型ネットワークを構成する通信ノードであって、

少なくとも1つの光送信器と少なくとも1つの光受信器を備え、一方の隣接ノードから光信号を受信し、他方の隣接ノードに光信号を送信する光伝送装置と、

前記一方の隣接ノードとの間の一方の伝送路、前記他方の隣接ノードとの間の他方の伝送路、前記光送信器、および前記光受信器に接続され、前記一方の伝送路および前記他方の伝送路に障害がなければ、前記一方の隣接ノードからの光信号を前記一方の伝送路から受けて前記光受信器に送り、前記光送信器から前記他方の隣接ノードへの光信号を前記他方の伝送路に送り、前記リング型ネットワークを構成する前記一方の隣接ノード以外の通信ノードからの光信号が前記他方の伝送路から入力されると該光信号を前記一方の伝送路に中継しており、前記一方の伝送路に障害が起こると、前記一方の隣接ノードからの前記光信号を前記他方

の伝送路から受けて前記光受信器に送るように切り替わり、前記他方の伝送路に障害が起こると、前記光送信器から前記他方の隣接ノードへの光信号を前記一方の伝送路に送るように切り替わるスイッチ装置とを有している。

【 0 0 2 5 】

なお、前記リング型ネットワークを構成する全ての通信ノードの送信する光信号の波長が互いに異なることが好ましい。

【 0 0 2 6 】

本発明のさらに他の通信ノードは、複数が接続されてリング型ネットワークを構成する通信ノードであって、

隣接ノードに光信号を送信する複数の光送信器と前記隣接ノードからの光信号を受信する複数の光受信器を備え、双方の前記隣接ノードと光信号を送受信する光伝送装置と、

前記隣接ノードに送信する光信号を伝送するための送信伝送路、該隣接ノードからの光信号を伝送するための受信伝送路、前記光送信器、および前記光受信器と接続され、前記送信伝送路および前記受信伝送路に障害がなければ、前記光送信器から前記隣接ノードへの光信号を前記送信伝送路に送信し、該隣接ノードからの光信号を前記受信伝送路から受信して前記光受信器に送り、前記送信伝送路に障害が起こると、前記光送信器から該送信伝送路に送っていた光信号を、該送信伝送路と同じ隣接ノードに接続された受信伝送路に送信するように切り替わり、前記受信伝送路に障害が起こると、該受信伝送路から受信して前記光受信器に送っていた光信号を、該受信伝送路と同じ隣接ノードに接続された送信伝送路から受信するように切り替わるスイッチ装置とを有している。

【 0 0 2 7 】

なお、前記光送信器から前記隣接ノードへの光信号の波長と、前記隣接ノードからの光信号の波長とが互いに異なることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

本発明の一態様によれば、上述の各通信ノードは、前記スイッチ装置が、光信号を双方向に透過可能な光スイッチを含んでもよい。

【 0 0 2 9 】

本発明のスイッチ装置は、少なくとも1つの光送信器と少なくとも1つの光受信器を備え対向ノードとの間で光信号を送受信する光伝送装置に接続され、通信ノードを構成するスイッチ装置において、

前記対向ノードに送信する光信号を伝送するための少なくとも1本の送信伝送路、前記対向ノードからの光信号を伝送するための少なくとも1本の受信伝送路、前記光送信器、および前記光受信器と接続され、前記送信伝送路および前記受信伝送路に障害がなければ、前記光送信器からの光信号を前記送信伝送路に送り前記受信伝送路からの光信号を前記光受信器に送り、前記送信伝送路に障害が起こると、前記光送信器からの前記光信号を前記受信伝送路に送るように切り替わり、前記受信伝送路に障害が起こると、前記光受信器に送る前記光信号を前記送信伝送路から受けるように切り替わることを特徴としている。

【0030】

本発明の他のスイッチ装置は、少なくとも1つの光送信器と少なくとも1つの光受信器を備え対向ノードとの間で光信号を送受信する複数の光伝送装置に接続され、通信ノードを構成するスイッチ装置において、

前記光伝送装置と前記対向ノードとが送受信する光信号を伝送する複数の伝送路、前記光送信器および前記光受信器に接続されており、いずれかの伝送路に障害が起こると、該伝送路によって伝送されていた光信号を他のいずれかの伝送路に多重して伝送するように切り替わることを特徴としている。

【0031】

本発明のさらに他のスイッチ装置は、少なくとも1つの光送信器と少なくとも1つの光受信器を備え一方の隣接ノードから光信号を受信し他方の隣接ノードに光信号を送信する光伝送装置に接続され、リング型ネットワークの通信ノードを構成するスイッチ装置において、

前記一方の隣接ノードとの間の一方の伝送路、前記他方の隣接ノードとの間の他方の伝送路、前記光送信器、および前記光受信器に接続され、前記一方の伝送路および前記他方の伝送路に障害がなければ、前記一方の隣接ノードからの光信号を前記一方の伝送路から受けて前記光受信器に送り、前記光送信器から前記他方の隣接ノードへの光信号を前記他方の伝送路に送り、前記リング型ネットワー

クを構成する前記一方の隣接ノード以外の通信ノードからの光信号が前記他方の伝送路から入力されると該光信号を前記一方の伝送路に中継しており、前記一方の伝送路に障害が起こると、前記一方の隣接ノードからの前記光信号を前記他方の伝送路から受けて前記光受信器に送るように切り替わり、前記他方の伝送路に障害が起こると、前記光送信器から前記他方の隣接ノードへの光信号を前記一方の伝送路に送るように切り替わることを特徴としている。

【 0 0 3 2 】

本発明のさらに他のスイッチ装置は、隣接ノードに光信号を送信する複数の光送信器と前記隣接ノードからの光信号を受信する複数の光受信器を備え双方の前記隣接ノードと光信号を送受信する光伝送装置に接続され、リング型ネットワークの通信ノードを構成するスイッチ装置において、

前記隣接ノードに送信する光信号を伝送するための送信伝送路、該隣接ノードからの光信号を伝送するための受信伝送路、前記光送信器、および前記光受信器と接続され、前記送信伝送路および前記受信伝送路に障害がなければ、前記光送信器から前記隣接ノードへの光信号を前記送信伝送路に送信し、該隣接ノードからの光信号を前記受信伝送路から受信して前記光受信器に送り、前記送信伝送路に障害が起こると、前記光送信器から該送信伝送路に送っていた光信号を、該送信伝送路と同じ隣接ノードに接続された受信伝送路に送信するように切り替わり、前記受信伝送路に障害が起こると、該受信伝送路から受信して前記光受信器に送っていた光信号を、該受信伝送路と同じ隣接ノードに接続された送信伝送路から受信するように切り替わることを特徴としている。

【 0 0 3 3 】

本発明のさらに他のスイッチ装置は、複数の外部光信号を複数の伝送路で伝送するためのスイッチ装置であって、

前記伝送路に対応して備えられ、複数の第 1 の入出力ポートと 1 つの第 2 の入出力ポートを有し、それぞれの前記第 1 の入出力ポートと前記第 2 の入出力ポートの間に互いに異なる光信号を透過し、自身と対応する伝送路に前記第 2 の入出力ポートが接続された複数の光合分波器と、

前記外部光信号に対応して備えられ、所定の光合分波器に対応する伝送路に障

害がなければ、自身に対応する外部光信号を前記光合分波器の第 1 の入出力ポートに接続し、前記伝送路に障害が起こると、前記外部光信号を他の光合分波器の第 1 の入出力ポートに接続するように切り替わる複数の光スイッチを有している。

【 0 0 3 4 】

本発明のさらに他のスイッチ装置は、複数の外部光信号を複数の伝送路で伝送するためのスイッチ装置であって、

前記伝送路に対応して備えられ、複数の第 1 の入出力ポートと 1 つの第 2 の入出力ポートを有し、それぞれの前記第 1 の入出力ポートと前記第 2 の入出力ポートの間に互いに異なる光信号を透過し、自身に対応する伝送路に前記第 2 の入出力ポートが接続された複数の第 1 の光合分波器と、

複数の第 3 の入出力ポートと 1 つの第 4 の入出力ポートを有し、それぞれの前記第 3 の入出力ポートと前記第 4 の入出力ポートの間に互いに異なる光信号を透過し、それぞれの前記第 3 の入出力ポートが、互いに異なる外部光信号に接続された複数の第 2 の光合分波器と、

前記第 2 の光合分波器に対応して備えられ、所定の第 1 の光合分波器に対応した伝送路に障害が無ければ、自身に対応する第 2 の光合分波器の第 4 の入出力ポートと前記第 1 の光合分波器の第 1 の入出力ポートを接続しており、前記伝送路に障害が起こると、前記第 2 の光合分波器の第 4 の入出力ポートと他の第 1 の光合分波器の第 1 の入出力ポートを接続するように切り替わる光スイッチとを有している。

【 0 0 3 5 】

本発明のさらに他のスイッチ装置は、リング型ネットワークを構成する 2 本の伝送路の間に接続され、外部光信号を前記リング型ネットワークで伝送するためのスイッチ装置であって、

前記伝送路に対応して備えられ、複数の第 1 の入出力ポートと 1 つの第 2 の入出力ポートを有し、それぞれの前記第 1 の入出力ポートと前記第 2 の入出力ポートの間に互いに異なる光信号を透過し、自身に対応する伝送路に前記第 2 の入出力ポートが接続され、前記第 1 の入出力ポートの一部が互いに接続された 2 つの

光合分波器と、

前記外部光信号に対応して備えられ、所定の伝送路と対応する光合分波器に接続された伝送路に障害がなければ、自身に対応する外部光信号を前記光合分波器の第1の入出力ポートに接続し、前記伝送路に障害が起こると、前記外部光信号を、もう1本の伝送路に対応する光合分波器の第1の入出力ポートに接続するように切り替わる複数の光スイッチを有している。

【0036】

本発明のさらに他のスイッチ装置は、隣接ノード間が複数の伝送路で接続されたリング型ネットワークによって外部光信号を伝送するためのスイッチ装置であって、

前記伝送路に対応して備えられ、複数の第1の入出力ポートと1つの第2の入出力ポートを有し、それぞれの前記第1の入出力ポートと前記第2の入出力ポートの間に互いに異なる光信号を透過し、自身に対応する伝送路に前記第2の入出力ポートが接続された複数の光合分波器と、

前記外部光信号に対応して備えられ、所定の光合分波器に対応する伝送路に障害がなければ、自身に対応する外部光信号を前記光合分波器の第1の入出力ポートに接続し、前記伝送路に障害が起こると、前記外部光信号を他の光合分波器の第1の入出力ポートに接続するように切り替わる複数の光スイッチを有している。

【0037】

なお、前記光合分波器の複数の前記第1の入出力ポートは互いに異なる波長の光信号を透過することが好ましい。また、前記第1の光合分波器の複数の前記第1の入出力ポートは互いに異なる波長の光信号を透過し、前記第2の光合分波器の複数の前記第3の入出力ポートは互いに異なる波長の光信号を透過することが好ましい。

【0038】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0039】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態の光ネットワークシステムの構成を示すブロック図である。図1を参照すると、第1の実施形態の光ネットワークシステムは光伝送装置101、102、プロテクションスイッチ201、202および光ファイバ伝送路301、302によって構成されている。

【0040】

光ファイバ伝送路301と光ファイバ伝送路302は異なる経路に敷設されている。そのため、光ファイバ伝送路301と光ファイバ伝送路302の双方に同時に障害が起こることはほとんどない。

【0041】

光伝送装置101と光伝送装置102は同様の構成であり、対向して光信号を互いに送受信する。光伝送装置101は、光送信部111および光受信部121を有している。光伝送装置102は光送信部112および光受信部122を有している。

【0042】

光送信部111、112は例えば伝送速度が10Gbpsの高速な光信号を送信する。光受信部121、122は伝送速度が10Gbpsの光信号を受信することができる。

【0043】

この例では、光送信部111の送信する光の波長は $\lambda_1 = 1536.61\text{nm}$ である。光送信部112の送信する光の波長は $\lambda_2 = 1555.75\text{nm}$ である。つまり、光伝送装置101が送信する（すなわち光伝送装置102が受信する）光の波長 λ_1 と光伝送装置102が送信する（すなわち光伝送装置101が受信する）光の波長 λ_2 とは異なっている。

【0044】

プロテクションスイッチ201とプロテクションスイッチ202は同様の構成であり、光ファイバ伝送路301、302を挟んで対向する。

【0045】

プロテクションスイッチ201は光伝送装置101から送信された光信号を光

ファイバ伝送路301または光ファイバ伝送路302に送出する。また、プロテクションスイッチ201は光ファイバ伝送路301または光ファイバ伝送路302から受信した光信号を光伝送装置101に送る。

【0046】

同様に、プロテクションスイッチ202は光伝送装置102から送信された光信号を光ファイバ伝送路301または光ファイバ伝送路302に送出する。また、プロテクションスイッチ202は光ファイバ伝送路301または光ファイバ伝送路302から受信した光信号を光伝送装置102に送る。

【0047】

図2は、第1の実施形態のプロテクションスイッチの構成および動作を説明するための図である。ここではプロテクションスイッチ201が例示されているが、プロテクションスイッチ202も同様である。図2(a)は、第1の実施形態のプロテクションスイッチの構成を示すブロック図である。

【0048】

図2(a)を参照すると、プロテクションスイッチ201は光スイッチ211、212および光合分波器221、222を有している。

【0049】

光スイッチ211は、光合分波器221または光合分波器222を選択して光伝送装置101の光送信部111と接続する。光スイッチ212は、光合分波器221または光合分波器222を選択して光伝送装置101の光受信部121と接続する。

【0050】

図2(a)における実線の矢印は、通常の状態において選択され、信号を伝送するルートを示している。点線の矢印は、光ファイバ伝送路に障害が発生したときに選択され、信号を伝送することのできるルートを示している。

【0051】

図2(b)は通常状態での光スイッチの選択を説明するための図である。図2(b)を参照すると、光スイッチ211は光合分波器221を選択し、光スイッチ212は光合分波器222を選択している。

【0052】

図2(c)は光ファイバ伝送路301に障害が起きている状態での光スイッチの選択を説明するための図である。図2(c)を参照すると、光スイッチ211および光スイッチ212は光合分波器222を選択している。同様に、光ファイバ伝送路302に障害が起きている状態では、光スイッチ211および光スイッチ212は光合分波器221を選択する。

【0053】

光合分波器221, 222は広帯域の光合分波器である。

【0054】

光合分波器221は入出力ポート221-1, 221-2, 221-3を有している。入出力ポート221-1は光スイッチ211に接続されている。入出力ポート221-2は光スイッチ212に接続されている。入出力ポート221-3は光ファイバ伝送路301に接続されている。

【0055】

同様に、光合分波器222は入出力ポート222-1, 222-2, 222-3を有している。入出力ポート222-1は光スイッチ211に接続されている。入出力ポート222-2は光スイッチ212に接続されている。入出力ポート222-3は光ファイバ伝送路302に接続されている。

【0056】

光合分波器221, 222は、入出力ポート221-1, 222-1と入出力ポート221-3, 222-3の間に波長 λ_1 の光を透過させる。また、光合分波器221, 222は、入出力ポート221-2, 222-2と入出力ポート221-3, 222-3の間に波長 λ_2 の光が透過させる。

【0057】

図3は、第1の実施形態の光合分波器の光透過特性を示す図である。図3を参照すると、入出力ポート221-1, 222-1と入出力ポート221-3, 222-3の間の透過特性が透過特性503で示されている。また、入出力ポート221-2, 222-2と入出力ポート221-3, 222-3の間の透過特性が透過特性504で示されている。

【 0 0 5 8 】

波長 λ_1 の光信号501を透過する入出力ポート221-1, 222-1と、波長 λ_2 の光信号502を透過する入出力ポート221-2, 222-2の間のアイソレーションは35dB以上であり、ディレクティビティは50dB以上であるとする。

【 0 0 5 9 】

第1の実施形態の光ネットワークシステムの動作の流れについて説明する。

【 0 0 6 0 】

いずれの光ファイバ伝送路301, 302にも障害が起きていない通常の状態では、図1に示したように、光伝送装置101の送信した信号401は光ファイバ伝送路301を介して伝送され、光伝送装置102に受信される。また、光伝送装置102の送信した信号402は光ファイバ伝送路302を介して伝送され、光伝送装置101に受信される。

【 0 0 6 1 】

図4は、第1の実施形態の光ネットワークシステムの動作を説明するための図である。ここで、図4に示すように、光ファイバ伝送路301にファイバ断や特性劣化などの障害が発生したとする。

【 0 0 6 2 】

光ファイバ伝送路301に障害が起きると、図4に示したように、通常状態では光ファイバ伝送路301を介して伝送されていた信号401は光ファイバ伝送路302に切り替わる。つまり、信号401および信号402の双方が1本の光ファイバ伝送路302によって伝送されることになる。信号401と信号402とは波長が異なるので光合分波器222によって十分にアイソレートされ、信号401, 402は双方とも光伝送装置101と光伝送装置102の間を正常に伝送される。当然、信号401, 402のいずれも通常状態と同じ伝送帯域を維持している。

【 0 0 6 3 】

同様に、光ファイバ伝送路302の障害が起きたときには、信号401, 402の双方が光ファイバ伝送路301によって伝送されることになる。

【 0 0 6 4 】

以上説明したように、光伝送装置 1 0 1 の光送信部 1 1 1 から光ファイバ伝送路 3 0 1 を介して光伝送装置 1 0 2 の光受信部 1 2 2 へ送られる光信号 4 0 1 と、光伝送装置 1 0 2 の光送信部 1 1 2 から光ファイバ伝送路 3 0 2 を介して光伝送装置 1 0 1 の光受信部 1 2 1 へ送られる光信号 4 0 2 とを波長の異なる光信号とし、いずれかの光ファイバ伝送路に障害が起きると、プロテクションスイッチ 2 0 1, 2 0 2 が他方の光ファイバ伝送路にて信号 4 0 1, 4 0 2 の双方を伝送するように選択を切り替えるので、双方向の伝送路を介して対向する 1 対の伝送装置を有し、プロテクション機能が実現されて信頼性が高く、かつコストの低い光ネットワークシステムを、2 本の光ファイバ伝送路、2 つの光送信器および 2 つの光受信器を用いて構成することができる。

【 0 0 6 5 】

なお、本実施形態では伝送速度を一例として 1 0 G b p s としたが、本発明はこの値に限定されるものではなく、伝送速度によらず適用可能である。ただし、特に、本発明は高速な光信号を送受信する伝送装置に適用されるとコストダウンの効果がより高く、有効である。

【 0 0 6 6 】

また、本実施形態の光伝送装置とプロテクションスイッチとは一体のノードとして構成されてもよく、またそれぞれが独立した装置として構成されてもよい。

【 0 0 6 7 】

(第 2 の実施形態)

図 5 は、本発明の第 2 の実施形態の光ネットワークシステムの構成を示すブロック図である。図 5 を参照すると、第 2 の実施形態の光ネットワークシステムは光伝送装置 1 0 1, 1 0 2, 1 0 3, 1 0 4、プロテクションスイッチ 6 0 1, 6 0 2 および光ファイバ伝送路 3 0 1, 3 0 2 によって構成されている。

【 0 0 6 8 】

光ファイバ伝送路 3 0 1 と光ファイバ伝送路 3 0 2 は異なる経路に敷設されている。そのため、光ファイバ伝送路 3 0 1 と光ファイバ伝送路 3 0 2 の双方に同時に障害が起こることはほとんどない。

【0069】

光伝送装置101, 102, 103, 104は同様の構成である。光伝送装置101と光伝送装置102が対向して光信号を互いに送受信する。同様に、光伝送装置103と光伝送装置104が対向して光信号を互いに送受信する。

【0070】

光伝送装置101は、光送信部111および光受信部121を有している。光伝送装置102は光送信部112および光受信部122を有している。光伝送装置103は、光送信部131および光受信部141を有している。光伝送装置104は光送信部132および光受信部142を有している。

【0071】

光送信部111, 112, 131, 132は例えば伝送速度が10Gbpsの高速な光信号を送信する。光受信部121, 122, 141, 142は伝送速度が10Gbpsの光信号を受信することができる。

【0072】

この例では、光送信部111の送信する光の波長は $\lambda_1 = 1536.61\text{nm}$ である。光送信部112の送信する光の波長は $\lambda_2 = 1539.77\text{nm}$ である。光送信部131の送信する光の波長は $\lambda_3 = 1555.57\text{nm}$ である。光送信部132の送信する光の波長は $\lambda_4 = 1558.98\text{nm}$ である。つまり、各光伝送装置101, 102, 103, 104が送信する光の波長は互いに異なっている。

【0073】

プロテクションスイッチ601とプロテクションスイッチ602は同様の構成であり、光ファイバ伝送路301, 302を挟んで対向する。

【0074】

プロテクションスイッチ601は光伝送装置101から送信された光信号401を光ファイバ伝送路301または光ファイバ伝送路302に送出し、光伝送装置103から送信された光信号403を光ファイバ伝送路301または光ファイバ伝送路302に送出する。

【0075】

また、プロテクションスイッチ601は光ファイバ伝送路301または光ファイバ伝送路302から受信した光信号402を光伝送装置101に送り、光ファイバ伝送路301または光ファイバ伝送路302から受信した光信号404を光伝送装置103に送る。

【0076】

同様に、プロテクションスイッチ602は光伝送装置102から送信された光信号402を光ファイバ伝送路301または光ファイバ伝送路302に送出し、光伝送装置104から送信された光信号404を光ファイバ伝送路301または光ファイバ伝送路302に送出する。

【0077】

また、プロテクションスイッチ602は光ファイバ伝送路301または光ファイバ伝送路302から受信した光信号402を光伝送装置102に送り、光ファイバ伝送路301または光ファイバ伝送路302から受信した光信号404を光伝送装置104に送る。

【0078】

図6は、第2の実施形態のプロテクションスイッチの構成および動作を説明するための図である。ここではプロテクションスイッチ601が例示されているが、プロテクションスイッチ602も同様である。図6(a)は、第2の実施形態のプロテクションスイッチの構成を示すブロック図である。

【0079】

図6(a)を参照すると、プロテクションスイッチ601は光スイッチ211、212、光合分波器221、222、231、232を有している。

【0080】

光合分波器231、232は狭帯域の光合分波器である。

【0081】

光合分波器231は、入出力ポート231-1、231-2、231-3を有している。入出力ポート231-1は光伝送装置101の光送信部111に接続されている。入出力ポート231-2は光伝送装置101の光受信部121に接続されている。入出力ポート231-3は光スイッチ211に接続されている。

【 0 0 8 2 】

光合分波器 2 3 2 は、入出力ポート 2 3 2 - 1, 2 3 2 - 2, 2 3 2 - 3 を有している。入出力ポート 2 3 2 - 1 は光伝送装置 1 0 3 の光送信部 1 3 1 に接続されている。入出力ポート 2 3 2 - 2 は光伝送装置 1 0 3 の光受信部 1 4 1 に接続されている。入出力ポート 2 3 2 - 3 は光スイッチ 2 1 2 に接続されている。

【 0 0 8 3 】

光合分波器 2 3 1 は、入出力ポート 2 3 1 - 1 と入出力ポート 2 3 1 - 3 の間に波長 λ_1 の光を透過させる。また、光合分波器 2 3 1 は、入出力ポート 2 3 1 - 2 と入出力ポート 2 3 1 - 3 の間に波長 λ_2 の光を透過させる。

【 0 0 8 4 】

光合分波器 2 3 2 は、入出力ポート 2 3 2 - 1 と入出力ポート 2 3 2 - 3 の間に波長 λ_3 の光を透過させる。また、光合分波器 2 3 2 は、入出力ポート 2 3 2 - 2 と入出力ポート 2 3 2 - 3 の間に波長 λ_4 の光を透過させる。

【 0 0 8 5 】

図 7 は、第 2 の実施形態の光合分波器の光透過特性を示す図である。

【 0 0 8 6 】

図 7 を参照すると、入出力ポート 2 3 1 - 1 と入出力ポート 2 3 1 - 3 の間の透過特性が透過特性 5 2 1 で示されている。また、入出力ポート 2 3 1 - 2 と入出力ポート 2 3 1 - 3 の間の透過特性が透過特性 5 2 2 で示されている。

【 0 0 8 7 】

波長 λ_1 の光信号 5 1 1 を透過する入出力ポート 2 3 1 - 1 と、波長 λ_2 の光信号 5 1 2 を透過する入出力ポート 2 3 1 - 2 の間のアイソレーションは 3 5 d B 以上であり、ディレクティビティは 5 0 d B 以上であるとする。

【 0 0 8 8 】

同様に、入出力ポート 2 3 2 - 1 と入出力ポート 2 3 2 - 3 の間の透過特性が透過特性 5 2 3 で示されている。また、入出力ポート 2 3 2 - 2 と入出力ポート 2 3 2 - 3 の間の透過特性が透過特性 5 2 4 で示されている。

【 0 0 8 9 】

波長 λ_3 の光信号 5 1 3 を透過する入出力ポート 2 3 2 - 1 と、波長 λ_4 の光

信号 5 1 4 を透過する入出力ポート 2 3 2 - 2 の間のアイソレーションは 3 5 d B 以上であり、ディレクティビティは 5 0 d B 以上であるとする。

【 0 0 9 0 】

光スイッチ 2 1 1 は、光合分波器 2 2 1 または光合分波器 2 2 2 を選択して光合分波器 2 3 1 の入出力ポート 2 3 1 - 3 と接続する。光スイッチ 2 1 2 は、光合分波器 2 2 1 または光合分波器 2 2 2 を選択して光合分波器 2 3 2 の入出力ポート 2 3 2 - 3 と接続する。図 6 (a) における実線の矢印は、通常の状態において選択され、信号を伝送するルートを示している。点線の矢印は、光ファイバ伝送路に障害が発生したときに選択され、信号を伝送することのできるルートを示している。

【 0 0 9 1 】

図 6 (b) は通常状態での光スイッチの選択を説明するための図である。図 6 (b) を参照すると、光スイッチ 2 1 1 は光合分波器 2 2 1 を選択し、光スイッチ 2 1 2 は光合分波器 2 2 2 を選択している。

【 0 0 9 2 】

図 6 (c) は光ファイバ伝送路 3 0 1 に障害が起きている状態での光スイッチの選択を説明するための図である。図 6 (c) を参照すると、光スイッチ 2 1 1 および光スイッチ 2 1 2 は光合分波器 2 2 2 を選択している。同様に、光ファイバ伝送路 3 0 2 に障害が起きている状態では、光スイッチ 2 1 1 および光スイッチ 2 1 2 は光合分波器 2 1 2 を選択する。

【 0 0 9 3 】

光合分波器 2 2 1 は入出力ポート 2 2 1 - 1, 2 2 1 - 2, 2 2 1 - 3 を有している。入出力ポート 2 2 1 - 1 は光スイッチ 2 1 1 に接続されている。入出力ポート 2 2 1 - 2 は光スイッチ 2 1 2 に接続されている。入出力ポート 2 2 1 - 3 は光ファイバ伝送路 3 0 1 に接続されている。

【 0 0 9 4 】

同様に、光合分波器 2 2 2 は入出力ポート 2 2 2 - 1, 2 2 2 - 2, 2 2 2 - 3 を有している。入出力ポート 2 2 2 - 1 は光スイッチ 2 1 1 に接続されている。入出力ポート 2 2 2 - 2 は光スイッチ 2 1 2 に接続されている。入出力ポート

2 2 2 - 3 は光ファイバ伝送路 3 0 2 に接続されている。

【 0 0 9 5 】

光合分波器 2 2 1, 2 2 2 は、入出力ポート 2 2 1 - 1, 2 2 2 - 1 と入出力ポート 2 2 1 - 3, 2 2 2 - 3 の間に波長 λ_1 および λ_2 の光を透過させる。また、光合分波器 2 2 1, 2 2 2 は、入出力ポート 2 2 1 - 2, 2 2 2 - 2 と入出力ポート 2 2 1 - 3, 2 2 2 - 3 の間に波長 λ_3 および λ_4 の光を透過させる。

【 0 0 9 6 】

図 7 を参照すると、入出力ポート 2 2 1 - 1, 2 2 2 - 1 と入出力ポート 2 2 1 - 3, 2 2 2 - 3 の間の透過特性が透過特性 5 0 3 で示されている。また、入出力ポート 2 2 1 - 2, 2 2 2 - 2 と入出力ポート 2 2 1 - 3, 2 2 2 - 3 の間の透過特性が透過特性 5 0 4 で示されている。

【 0 0 9 7 】

波長 λ_1 の光信号 5 1 1 および波長 λ_2 の光信号 5 1 2 を透過する入出力ポート 2 2 1 - 1, 2 2 2 - 1 と、波長 λ_3 の光信号 5 1 3 および波長 λ_4 の光信号 5 1 4 を透過する入出力ポート 2 2 1 - 2, 2 2 2 - 2 の間のアイソレーションは 3 5 d B 以上であり、ディレクティビティは 5 0 d B 以上であるとする。

【 0 0 9 8 】

第 2 の実施形態の光ネットワークシステムの動作の流れについて説明する。

【 0 0 9 9 】

いずれの光ファイバ伝送路 3 0 1, 3 0 2 にも障害が起きていない通常の状態では、図 5 に示したように、光伝送装置 1 0 1 の送信した信号 4 0 1 は光ファイバ伝送路 3 0 1 を介して伝送され、光伝送装置 1 0 2 に受信される。また、光伝送装置 1 0 2 の送信した信号 4 0 2 も光ファイバ伝送路 3 0 1 を介して伝送され、光伝送装置 1 0 1 に受信される。また、光伝送装置 1 0 3 の送信した信号 4 0 3 は光ファイバ伝送路 3 0 2 を介して伝送され、光伝送装置 1 0 4 に受信される。また、光伝送装置 1 0 4 の送信した信号 4 0 4 も光ファイバ伝送路 3 0 2 を介して伝送され、光伝送装置 1 0 3 に受信される。

【 0 1 0 0 】

図 8 は、第 2 の実施形態の光ネットワークシステムの動作を説明するための図

である。ここで、図8に示すように、光ファイバ伝送路301にファイバ断や特性劣化などの障害が発生したとする。

【0101】

光ファイバ伝送路301に障害が起きると、図8に示したように、通常状態では光ファイバ伝送路301を介して伝送されていた信号401、402は光ファイバ伝送路302に切り替わる。つまり、信号401、402、403、404の全てが1本の光ファイバ伝送路302によって伝送されることになる。信号401、402、403、404は互いに波長が異なるので光合分波器222によって十分にアイソレートされ、信号401、402、403、404は全て光伝送装置101、103と光伝送装置102、104の間を正常に伝送される。当然、信号401、402、403、404のいずれも通常状態と同じ伝送帯域を維持している。

【0102】

同様に、光ファイバ伝送路302の障害が起きたときには、信号401、402、403、404の全てが光ファイバ伝送路301によって伝送されることになる。

【0103】

以上説明したように、光伝送装置101から送信される信号401、光伝送装置102から送信される信号402、光伝送装置103から送信される信号403、光伝送装置104から送信される信号404をそれぞれ異なる波長の光信号とし、いずれかの光ファイバ伝送路に障害が起きると、プロテクションスイッチ601、602が他方の光ファイバ伝送路にて信号401、402、403、404の全てを伝送するように選択を切り替えるので、双方向の伝送路を介して対向する2対の伝送装置を有し、プロテクション機能が実現されて信頼性が高く、かつコストの低い光ネットワークシステムを、2本の光ファイバ伝送路、4つの光送信器および4つの光受信器を用いて構成することができる。

【0104】

(第3の実施形態)

図9は、本発明の第3の実施形態の光ネットワークシステムの構成を示すブロ

ック図である。図9を参照すると、第3の実施形態の光ネットワークシステムはノード700-a, 700-b, 700-c, 700-dおよび光ファイバ伝送路311, 312, 313, 314を有するリング型ネットワークである。

【0105】

第3の実施形態の光ネットワークシステムは、いずれかの光ファイバ伝送路に障害が発生すると、その光ファイバ伝送路により伝送されていた光信号をリングの逆方向に迂回させるプロテクション機能を有する。

【0106】

全てのノード700-a, 700-b, 700-c, 700-dは全て同様の構成であり、送受信する光の波長のみが互いに異なる。各ノード700-a, 700-b, 700-c, 700-dはAdd/Drop機能を有している。Add/Drop機能とは、光ファイバ伝送路にデータを挿入し、また光ファイバ伝送路からデータを取り出す機能である。

【0107】

ノード700-aは、光伝送装置103-aおよびプロテクションスイッチ610-aを有している。光伝送装置103-aは光送信部113-aおよび光受信部123-aを有している。ノード700-bは、光伝送装置103-bおよびプロテクションスイッチ610-bを有している。光伝送装置103-bは光送信部113-bおよび光受信部123-bを有している。ノード700-cは、光伝送装置103-cおよびプロテクションスイッチ610-cを有している。光伝送装置103-cは光送信部113-cおよび光受信部123-cを有している。ノード700-dは、光伝送装置103-dおよびプロテクションスイッチ610-dを有している。光伝送装置103-dは光送信部113-dおよび光受信部123-dを有している。

【0108】

光送信部113-a, 113-b, 113-c, 113-dは例えば伝送速度が10Gbpsの高速な光信号を送信する。光受信部123-a, 123-b, 123-c, 123-dは伝送速度が10Gbpsの光信号を受信することができる。

【0109】

ノード700-aの光送信部113-aから送信され、光ファイバ伝送路311を介して伝送され、ノード700-bの光受信部123-bに受信される信号411は波長が $\lambda_1 = 1536.61\text{nm}$ である。ノード700-bの光送信部113-bから送信され、光ファイバ伝送路312を介して伝送され、ノード700-cの光受信部123-cに受信される信号412は波長が $\lambda_2 = 1539.77\text{nm}$ である。ノード700-cの光送信部113-cから送信され、光ファイバ伝送路313を介して伝送され、ノード700-dの光受信部123-dに受信される信号413は波長が $\lambda_3 = 1555.75\text{nm}$ である。ノード700-dの光送信部113-dから送信され、光ファイバ伝送路314を介して伝送され、ノード700-aの光受信部123-aに受信される信号414は波長が $\lambda_4 = 1558.98\text{nm}$ である。

【0110】

プロテクションスイッチ610-a, 610-b, 610-c, 610-dは同様の構成であり、光ファイバ伝送路311, 312, 313, 314によりリング状に接続されている。

【0111】

プロテクションスイッチ610-aは光伝送装置103-aから送信された光信号411を光ファイバ伝送路311または光ファイバ伝送路314に送出する。また、プロテクションスイッチ610-aは光ファイバ伝送路311または光ファイバ伝送路314から受信した光信号414を光伝送装置113-aに送る。

【0112】

また、プロテクションスイッチ610-aは、ノード700-bの光伝送装置103-bから送出された光信号412を光ファイバ伝送路311から光ファイバ伝送路314に中継する。また、プロテクションスイッチ610-aは、ノード700-cの光伝送装置103-cから送出された光信号413を光ファイバ伝送路311から光ファイバ伝送路314に中継する。

【0113】

同様に、プロテクションスイッチ 6 1 0 - b は光伝送装置 1 0 3 - b から送信された光信号 4 1 2 を光ファイバ伝送路 3 1 2 または光ファイバ伝送路 3 1 1 に送出する。また、プロテクションスイッチ 6 1 0 - b は光ファイバ伝送路 3 1 2 または光ファイバ伝送路 3 1 1 から受信した光信号 4 1 1 を光伝送装置 1 1 3 - b に送る。

【 0 1 1 4 】

また、プロテクションスイッチ 6 1 0 - b は、ノード 7 0 0 - c の光伝送装置 1 0 3 - c から送出された光信号 4 1 3 を光ファイバ伝送路 3 1 2 から光ファイバ伝送路 3 1 1 に中継する。また、プロテクションスイッチ 6 1 0 - b は、ノード 7 0 0 - d の光伝送装置 1 0 3 - d から送出された光信号 4 1 4 を光ファイバ伝送路 3 1 2 から光ファイバ伝送路 3 1 1 に中継する。

【 0 1 1 5 】

同様に、プロテクションスイッチ 6 1 0 - c は光伝送装置 1 0 3 - c から送信された光信号 4 1 3 を光ファイバ伝送路 3 1 3 または光ファイバ伝送路 3 1 2 に送出する。また、プロテクションスイッチ 6 1 0 - c は光ファイバ伝送路 3 1 3 または光ファイバ伝送路 3 1 2 から受信した光信号 4 1 2 を光伝送装置 1 1 3 - c に送る。

【 0 1 1 6 】

また、プロテクションスイッチ 6 1 0 - c は、ノード 7 0 0 - d の光伝送装置 1 0 3 - d から送出された光信号 4 1 4 を光ファイバ伝送路 3 1 3 から光ファイバ伝送路 3 1 2 に中継する。また、プロテクションスイッチ 6 1 0 - c は、ノード 7 0 0 - a の光伝送装置 1 0 3 - a から送出された光信号 4 1 1 を光ファイバ伝送路 3 1 3 から光ファイバ伝送路 3 1 2 に中継する。

【 0 1 1 7 】

同様に、プロテクションスイッチ 6 1 0 - d は光伝送装置 1 0 3 - d から送信された光信号 4 1 4 を光ファイバ伝送路 3 1 4 または光ファイバ伝送路 3 1 3 に送出する。また、プロテクションスイッチ 6 1 0 - d は光ファイバ伝送路 3 1 4 または光ファイバ伝送路 3 1 3 から受信した光信号 4 1 3 を光伝送装置 1 1 3 - d に送る。

【 0 1 1 8 】

また、プロテクションスイッチ 6 1 0 - d は、ノード 7 0 0 - a の光伝送装置 1 0 3 - a から送出された光信号 4 1 1 を光ファイバ伝送路 3 1 4 から光ファイバ伝送路 3 1 3 に中継する。また、プロテクションスイッチ 6 1 0 - d は、ノード 7 0 0 - b の光伝送装置 1 0 3 - b から送出された光信号 4 1 2 を光ファイバ伝送路 3 1 4 から光ファイバ伝送路 3 1 3 に中継する。

【 0 1 1 9 】

図 1 0 は、第 3 の実施形態のプロテクションスイッチの構成および動作を説明するための図である。図 1 0 (a) は、第 3 の実施形態のプロテクションスイッチの構成を示すブロック図である。ここではプロテクションスイッチ 6 1 0 - c が例示されているが、他のプロテクションスイッチも同様である。

【 0 1 2 0 】

図 1 0 (a) を参照すると、プロテクションスイッチ 6 1 0 - c は光スイッチ 2 1 1, 2 1 2 および光合分波器 2 4 1, 2 4 2 を有している。

【 0 1 2 1 】

光合分波器 2 4 1, 2 4 2 は狭帯域の光合分波器である。

【 0 1 2 2 】

図 1 1 は、第 3 の実施形態の光合分波器の入出力ポートを示す図である。

【 0 1 2 3 】

図 1 1 を参照すると、光合分波器 2 4 1 は 5 つの入出力ポート 2 4 1 - 1 ~ 2 4 1 - 5 を有している。図 1 1 には、光合分波器 2 4 1 が示されているが、光合分波器 2 4 2 も同様の構成である。光合分波器 2 4 2 も 5 つの入出力ポート 2 4 2 - 1 ~ 2 4 2 - 5 を有している。

【 0 1 2 4 】

図 1 0 (a) を参照すると、入出力ポート 2 4 1 - 1 は光スイッチ 2 1 1 に接続されている。入出力ポート 2 4 1 - 2 は光合分波器 2 4 2 の入出力ポート 2 4 2 - 3 に接続されている。入出力ポート 2 4 1 - 3 は光合分波器 2 4 2 の入出力ポート 2 4 2 - 2 に接続されている。入出力ポート 2 4 1 - 4 は光スイッチ 2 1 2 に接続されている。入出力ポート 2 4 1 - 5 は光ファイバ伝送路 3 1 3 に接続

されている。

【0125】

光合分波器242の入出力ポート242-1は光スイッチ211に接続されている。入出力ポート242-4は光スイッチ212に接続されている。入出力ポート242-5は光ファイバ伝送路312に接続されている。

【0126】

光合分波器241, 242は、入出力ポート241-1, 242-1と入出力ポート241-5, 242-5の間に波長 λ_3 の光を透過させる。また、光合分波器241, 242は、入出力ポート241-2, 242-3と入出力ポート241-5, 242-5の間に波長 λ_4 の光を透過させる。光合分波器241, 242は、入出力ポート241-3, 242-2と入出力ポート241-5, 242-5の間に波長 λ_1 の光を透過させる。また、光合分波器241, 242は、入出力ポート241-4, 242-4と入出力ポート241-5, 242-5の間に波長 λ_2 の光を透過させる。

【0127】

図12は、第3の実施形態の光合分波器の光透過特性を示す図である。図12を参照すると、入出力ポート241-1, 242-1と入出力ポート241-5, 242-5の間の透過特性が透過特性523で示されている。また、入出力ポート241-2, 242-3と入出力ポート241-5, 242-5の間の透過特性が透過特性524で示されている。また、入出力ポート241-3, 242-2と入出力ポート241-5, 242-5の間の透過特性が透過特性521で示されている。また、入出力ポート241-4, 242-4と入出力ポート241-5, 242-5の間の透過特性が透過特性522で示されている。

【0128】

波長 λ_1 の光信号511を透過する入出力ポート241-3, 242-2と、波長 λ_2 の光信号512を透過する入出力ポート241-4, 242-4と、波長 λ_3 の光信号513を透過する入出力ポート241-1, 242-1と、波長 λ_4 の光信号514を透過する入出力ポート241-2, 242-3とは、それぞれが互いに35dB以上のアイソレーションと、50dB以上のディレクティ

ビティを有している。

【0129】

光スイッチ211は、光合分波器241または光合分波器242を選択して光伝送装置103-cの光送信部113-cと接続する。光スイッチ212は、光合分波器241または光合分波器242を選択して光伝送装置103-cの光受信部123-cと接続する。図10(a)における実線の矢印は、通常の状態において、選択され信号を伝送するルートを示している。点線の矢印は、光ファイバ伝送路に障害が発生したときに選択され、信号を伝送するルートを示している。

【0130】

図10(b)は通常状態での光スイッチの選択を説明するための図である。図10(b)を参照すると、光スイッチ211は光合分波器221を選択し、光スイッチ212は光合分波器222を選択している。

【0131】

図10(c)は光ファイバ伝送路313に障害が起きている状態での光スイッチの選択を説明するための図である。光ファイバ伝送路313は、通常状態において、ノード700-cが光信号413を送出するべき伝送路である。ここに障害が発生しているので、ノード700-cは光信号413を逆方向に迂回させる。そのため、図10(c)を参照すると、光スイッチ211および光スイッチ212は光合分波器242を選択している。

【0132】

同様に、光ファイバ伝送路312に障害が起きている状態では、光スイッチ211および光スイッチ212は光合分波器241を選択する。

【0133】

第3の実施形態の光ネットワークシステムの動作の流れについて説明する。

【0134】

いずれの光ファイバ伝送路311, 312, 313, 314にも障害が起きていない通常の状態では、図9に示したように、隣接するノード間で時計回りの方向に光信号が伝送されている。

【0135】

図13は、第3の実施形態の光ネットワークシステムの動作を説明するための図である。ここで、図13に示すように、光ファイバ伝送路313にファイバ断や特性劣化などの障害が発生したとする。

【0136】

光ファイバ伝送路313に障害が起きると、図13に示したように、通常状態では光ファイバ伝送路313を介して伝送されていた信号413は反時計回りに切り替わる。つまり、ノード700-cは信号413を光ファイバ伝送路413に送信する。このとき、ノード700-cのプロテクションスイッチ610-cは、図10(c)に示したように、波長 λ 3の信号413を光ファイバ伝送路312に切り替える。

【0137】

ノード700-bは光ファイバ伝送路312からの信号413を光ファイバ伝送路311に中継する。このとき、ノード700-bのプロテクションスイッチ310-bは、図10(d)に示したように、波長 λ 3の信号413を光ファイバ伝送路312から光ファイバ伝送路311に中継する。ノード700-aは光ファイバ伝送路311からの信号413を光ファイバ314に中継する。このとき、ノード700-aのプロテクションスイッチ610-aは、図10(e)に示したように、波長 λ 3の信号413を光ファイバ伝送路311から光ファイバ伝送路314に中継する。

【0138】

そして、ノード700-dは光ファイバ伝送路314から信号413を受信する。このとき、ノード700-dのプロテクションスイッチ610-dは、図10(c)に示したように、波長 λ 3の信号413を光ファイバ伝送路314から受信する。

【0139】

各信号411, 412, 413, 414は互いに波長が異なるので光合分波器によって十分にアイソレートされ、正常に伝送される。当然、全ての信号が通常状態と同じ伝送帯域を維持している。

【0140】

同様に、他の光ファイバ伝送路に障害が起きたときには、その光ファイバ伝送路で伝送されていた信号が反時計回りに伝送されることになる。

【0141】

以上説明したように、リング型の光ネットワークにおいて隣接するノード間の各光信号を互いに異なる波長とし、通常状態では隣接ノード間で時計回り方向に伝送しており、いずれかの光ファイバ伝送路に障害が起きると、その光ファイバ伝送路にて伝送されていた光信号を他の信号と同じ光ファイバ伝送路を反時計回り方向に伝送するようにプロテクションスイッチが選択を切り替えるので、1対の光送信器と光受信器を有するノードと、シングルリングの光ファイバ伝送路からなり、プロテクション機能が実現されて信頼性が高くかつコストの低いリング型光ネットワークシステムを構成することができる。

【0142】

(第4の実施形態)

図14は、本発明の第4の実施形態の光ネットワークシステムの構成を示すブロック図である。図14を参照すると、第4の実施形態の光ネットワークシステムはノード710-a、710-b、710-c、710-dおよび光ファイバ伝送路321-i、321-o、322-i、322-o、323-i、323-o、324-i、324-oを有するデュアルリング型ネットワークである。

【0143】

ノード710-aとノード710-bの間には、ノード710-aからノード710-bに向かう光ファイバ伝送路321-iと、ノード710-bからノード710-aに向かう光ファイバ伝送路321-oが接続されている。

【0144】

ノード710-bとノード710-cの間には、ノード710-bからノード710-cに向かう光ファイバ伝送路322-oと、ノード710-cからノード710-bに向かう光ファイバ伝送路322-iが接続されている。

【0145】

ノード710-cとノード710-dの間には、ノード710-cからノード

710-d に向かう光ファイバ伝送路 323-i と、ノード 710-d からノード 710-c に向かう光ファイバ伝送路 323-o が接続されている。

【0146】

ノード 710-d とノード 710-a の間には、ノード 710-d からノード 710-a に向かう光ファイバ伝送路 324-o と、ノード 710-a からノード 710-d に向かう光ファイバ伝送路 324-i が接続されている。

【0147】

第4の実施形態の光ネットワークシステムでは、2つのノード間が2本の光ファイバ伝送路で接続されており、いずれかの光ファイバ伝送路に障害が発生すると、その光ファイバ伝送路により伝送されていた光信号を他方の光ファイバ伝送路に迂回させるプロテクション機能を有する。

【0148】

全てのノード 710-a, 710-b, 710-c, 710-d は全て同様の構成であり、送受信する光の波長のみが異なる。各ノード 710-a, 710-b, 710-c, 710-d は Add/Drop 機能を有している。Add/Drop 機能とは、光ファイバ伝送路にデータを挿入し、また光ファイバ伝送路からデータを取り出す機能である。

【0149】

ノード 710-a は、光伝送装置 104-a およびプロテクションスイッチ 620-a を有している。光伝送装置 104-a は光送信部 114-a, 115-a および光受信部 124-a, 125-a を有している。

【0150】

ノード 710-b は、光伝送装置 104-b およびプロテクションスイッチ 620-b を有している。光伝送装置 104-b は光送信部 114-b, 115-b および光受信部 124-b, 125-b を有している。

【0151】

ノード 710-c は、光伝送装置 104-c およびプロテクションスイッチ 620-c を有している。光伝送装置 104-c は光送信部 114-c, 115-c および光受信部 124-c, 125-c を有している。

【0152】

ノード700-dは、光伝送装置104-dおよびプロテクションスイッチ620-dを有している。光伝送装置104-dは光送信部114-d, 115-dおよび光受信部124-d, 125-dを有している。

【0153】

光送信部114-a, 115-a, 114-b, 115-b, 114-c, 115-c, 114-d, 115-dは例えば伝送速度が10Gbpsの高速な光信号を送信する。光受信部124-a, 125-a, 124-b, 125-b, 124-c, 125-c, 124-d, 125-dは伝送速度が10Gbpsの光信号を受信することができる。

【0154】

ノード710-aの光送信部114-aから送信され、光ファイバ伝送路321-iを介して伝送され、ノード710-bの光受信部125-bに受信される信号421-iは波長が $\lambda_1 = 1536.61\text{nm}$ である。ノード710-bの光送信部115-bから送信され、光ファイバ伝送路321-oを介して伝送され、ノード710-aの光受信部124-aに受信される信号421-oは波長が $\lambda_2 = 1555.75\text{nm}$ である。

【0155】

ノード710-bの光送信部114-bから送信され、光ファイバ伝送路322-oを介して伝送され、ノード710-cの光受信部125-cに受信される信号422-oは波長が $\lambda_1 = 1536.61\text{nm}$ である。ノード710-cの光送信部115-cから送信され、光ファイバ伝送路322-iを介して伝送され、ノード710-bの光受信部124-bに受信される信号422-iは波長が $\lambda_2 = 1555.75\text{nm}$ である。

【0156】

ノード710-cの光送信部114-cから送信され、光ファイバ伝送路323-iを介して伝送され、ノード710-dの光受信部125-dに受信される信号423-iは波長が $\lambda_1 = 1536.61\text{nm}$ である。ノード710-dの光送信部115-dから送信され、光ファイバ伝送路323-oを介して伝送さ

れ、ノード710-cの光受信部124-cに受信される信号423-oは波長が $\lambda_2 = 1555.75 \text{ nm}$ である。

【0157】

ノード710-dの光送信部114-dから送信され、光ファイバ伝送路324-oを介して伝送され、ノード710-aの光受信部125-aに受信される信号424-oは波長が $\lambda_1 = 1536.61 \text{ nm}$ である。ノード710-aの光送信部115-aから送信され、光ファイバ伝送路324-iを介して伝送され、ノード710-dの光受信部124-dに受信される信号424-iは波長が $\lambda_2 = 1555.75 \text{ nm}$ である。

【0158】

プロテクションスイッチ620-a, 620-b, 620-c, 620-dは同様の構成であり、光ファイバ伝送路311, 312, 313, 314によりリング状に接続されている。

【0159】

プロテクションスイッチ620-aは光送信部115-aから送信された光信号424-iを光ファイバ伝送路324-iまたは光ファイバ伝送路324-oに送る。また、プロテクションスイッチ620-aは光ファイバ伝送路324-iまたは光ファイバ伝送路324-oから受信した光信号424-oを光受信部125-aに送る。

【0160】

また、プロテクションスイッチ620-aは光送信器114-aから送信された光信号421-iを光ファイバ伝送路321-iまたは光ファイバ伝送路321-oに送る。また、プロテクションスイッチ620-aは光ファイバ伝送路321-iまたは光ファイバ伝送路321-oから受信した光信号421-oを光受信器124-aに送る。

【0161】

プロテクションスイッチ620-bは光送信部115-bから送信された光信号421-oを光ファイバ伝送路321-iまたは光ファイバ伝送路321-oに送る。また、プロテクションスイッチ620-bは光ファイバ伝送路321-

i または光ファイバ伝送路 321-o から受信した光信号 421-i を光受信部 125-b に送る。

【0162】

また、プロテクションスイッチ 620-b は光送信器 114-b から送信された光信号 422-o を光ファイバ伝送路 322-i または光ファイバ伝送路 322-o に送る。また、プロテクションスイッチ 620-b は光ファイバ伝送路 322-i または光ファイバ伝送路 322-o から受信した光信号 422-i を光受信器 124-b に送る。

【0163】

プロテクションスイッチ 620-c は光送信部 115-c から送信された光信号 422-i を光ファイバ伝送路 322-i または光ファイバ伝送路 322-o に送る。また、プロテクションスイッチ 620-c は光ファイバ伝送路 322-i または光ファイバ伝送路 322-o から受信した光信号 422-o を光受信部 125-c に送る。

【0164】

また、プロテクションスイッチ 620-c は、光送信器 114-c から送信された光信号 423-i を光ファイバ伝送路 323-i または光ファイバ伝送路 323-o に送る。また、プロテクションスイッチ 620-c は光ファイバ伝送路 323-i または光ファイバ伝送路 323-o から受信した光信号 423-o を光受信器 124-c に送る。

【0165】

プロテクションスイッチ 620-d は光送信部 115-d から送信された光信号 423-o を光ファイバ伝送路 323-i または光ファイバ伝送路 323-o に送る。また、プロテクションスイッチ 620-d は光ファイバ伝送路 323-i または光ファイバ伝送路 323-o から受信した光信号 423-i を光受信部 125-d に送る。

【0166】

また、プロテクションスイッチ 620-d は、光送信器 114-d から送信された光信号 424-o を光ファイバ伝送路 324-i または光ファイバ伝送路 3

24-oに送る。また、プロテクションスイッチ620-dは光ファイバ伝送路324-iまたは光ファイバ伝送路324-oから受信した光信号424-iを光受信器124-dに送る。

【0167】

図15は、第4の実施形態のプロテクションスイッチの構成および動作を説明するための図である。図15(a)は、第4の実施形態のプロテクションスイッチの構成を示すブロック図である。ここではプロテクションスイッチ620-cが例示されているが、他のプロテクションスイッチも同様である。

【0168】

図15(a)を参照すると、プロテクションスイッチ620-cは光スイッチ211, 212, 213, 214および光合分波器221, 222, 223, 224を有している。

【0169】

光合分波器221, 222, 223, 224は狭帯域の光合分波器である。

【0170】

図15(a)において、光スイッチ211, 212および光合分波器221, 222からなる部分は、図2(a)に示した第1の実施形態のプロテクションスイッチ201と同じ構成である。また、図15(a)において、光スイッチ213, 214および光合分波器223, 224からなる部分も第1の実施形態のプロテクションスイッチ201と同様である。光スイッチ213は図2(a)における光スイッチ211に対応し、光スイッチ214は光スイッチ212に対応し、光合分波器223は光合分波器221に対応し、光合分波器224は光合分波器222に対応する。また、第4の実施形態の光合分波器221, 222, 223, 224は透過特性も図3と同じである。

【0171】

光スイッチ211は、光合分波器221または光合分波器222を選択して光伝送装置104-cの光送信部114-cと接続する。光スイッチ212は、光合分波器221または光合分波器222を選択して光伝送装置104-cの光受信部124-cと接続する。

【0172】

光スイッチ213は、光合分波器223または光合分波器224を選択して光伝送装置104-cの光送信部115-cと接続する。光スイッチ214は、光合分波器223または光合分波器224を選択して光伝送装置104-cの光受信部125-cと接続する。

【0173】

図15(a)における実線の矢印は、通常の状態において、選択され信号を伝送するルートを示している。点線の矢印は、光ファイバ伝送路に障害が発生したときに選択され、信号を伝送するルートを示している。

【0174】

図15(b)は通常状態での光スイッチの選択を説明するための図である。図15(b)を参照すると、光スイッチ211は光合分波器221を選択し、光スイッチ212は光合分波器222を選択している。

【0175】

図15(c)は光ファイバ伝送路323-oに障害が起きている状態における、ノード710-cのプロテクションスイッチ620-cの各光スイッチの選択を説明するための図である。図15(d)は光ファイバ伝送路323-oに障害が起きている状態における、ノード710-dのプロテクションスイッチ620-dの各光スイッチの選択を説明するための図である。

【0176】

光ファイバ伝送路323-oは、通常状態において、ノード710-dからノード710-cに送られる光信号423-oを伝送する伝送路である。ここに障害が発生しているので、ノード710-cおよびノード710-dは光信号423-oを光ファイバ伝送路323-iに迂回させる。そのため、図15(c)では光スイッチ211が光合分波器222を選択しており、図15(d)では光スイッチ214が光合分波器223を選択している。

【0177】

第4の実施形態の光ネットワークシステムの動作の流れについて説明する。

【0178】

いずれの光ファイバ伝送路 321-i, 321-o, 322-i, 322-o, 323-i, 323-o, 324-i, 324-o にも障害が起きていない通常の状態では、図 14 に示したように、隣接するノード間で各光信号が伝送されている。

【0179】

図 16 は、第 4 の実施形態の光ネットワークシステムの動作を説明するための図である。ここで、図 16 に示すように、光ファイバ伝送路 323-o にファイバ断や特性劣化などの障害が発生したとする。

【0180】

光ファイバ伝送路 323-o に障害が起きると、図 16 に示したように、通常状態では光ファイバ伝送路 323-o を介して伝送されていた信号 423-o は光ファイバ伝送路 323-i に切り替わる。つまり、ノード 710-d は信号 423-o を光ファイバ伝送路 323-i に送信し、ノード 710-c は信号 423-o を光ファイバ伝送路 323-i から受信する。

【0181】

他のノード 710-a, 710-b は通常状態の動作と変わらない。

【0182】

信号 423-i と信号 432-o とは互いに波長が異なるので光合分波器によって十分にアイソレートされ、正常に伝送される。当然、全ての信号が通常状態と同じ伝送帯域を維持している。

【0183】

同様に、他の光ファイバ伝送路に障害が起きたときには、その光ファイバ伝送路で伝送されていた信号が他の光ファイバ伝送路にて伝送されることになる。

【0184】

以上説明したように、デュアルリング型の光ネットワークにおいて隣接するノード間の 2 つの光信号を互いに異なる波長とし、通常状態では、それら 2 つの光信号を異なる光ファイバ伝送路で伝送しており、一方の光ファイバ伝送路に障害が発生すると、他方の光ファイバ伝送路にて 2 つの光信号を伝送するようにプロテクションスイッチが選択を切り替えるので、2 対の光送信器と光受信器を有す

るノードと、ディアルリングの光ファイバ伝送路からなり、プロテクション機能により信頼性が向上され、かつコストの低いデュアルリング型光ネットワークシステムを構成することができる。

【0185】

以上説明した各実施形態では、各波長毎の伝送速度を10Gbpsとしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、80Gbpsや160Gbpsでもよい。

【0186】

また、以上説明した実施形態では、1つの光ファイバ伝送路に多重する波長の数が最大で4となっているが、8波長や16波長の光信号を多重してもよい。

【0187】

また、以上説明した実施形態では、1500nm帯の波長を例示したが、1300nm帯や850nm帯であってもよい。

【0188】

その他、以上説明した構成において本発明に特徴的な機能を満たす限り、スループット、波長数、チャネル当たりの速度、多重する波長数などは自由に選択可能であり、本発明を限定するものではない。

【0189】

【発明の効果】

本発明によれば、いずれかの伝送路に障害が起きると、スイッチ装置が他の伝送路によって光信号が伝送されるように選択を切り替えるので、予備の伝送路と予備の伝送路にて光信号を伝送するための光送信器および光受信器とを備えることなくプロテクション機能の実現されて信頼性が高く、かつコストの低い通信ネットワークを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態の光ネットワークシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】

第 1 の実施形態のプロテクションスイッチの構成および動作を説明するための図である。

【図 3】

第 1 の実施形態の光合分波器の光透過特性を示す図である。

【図 4】

第 1 の実施形態の光ネットワークシステムの動作を説明するための図である。

【図 5】

本発明の第 2 の実施形態の光ネットワークシステムの構成を示すブロック図である。

【図 6】

第 2 の実施形態のプロテクションスイッチの構成および動作を説明するための図である。

【図 7】

第 2 の実施形態の光合分波器の光透過特性を示す図である。

【図 8】

第 2 の実施形態の光ネットワークシステムの動作を説明するための図である。

【図 9】

本発明の第 3 の実施形態の光ネットワークシステムの構成を示すブロック図である。

【図 1 0】

第 3 の実施形態のプロテクションスイッチの構成および動作を説明するための図である。

【図 1 1】

第 3 の実施形態の光合分波器の入出力ポートを示す図である。

【図 1 2】

第 3 の実施形態の光合分波器の光透過特性を示す図である。

【図 1 3】

第 3 の実施形態の光ネットワークシステムの動作を説明するための図である。

【図 1 4】

本発明の第4の実施形態の光ネットワークシステムの構成を示すブロック図である。

【図15】

第4の実施形態のプロテクションスイッチの構成および動作を説明するための図である。

【図16】

第4の実施形態の光ネットワークシステムの動作を説明するための図である。

【符号の説明】

101, 102, 103, 103-a~10-d, 104, 104-a~104-d 光伝送装置

111, 112, 113-a~113-d, 114-a~114-d, 115-a~115-d, 131, 132 光送信部

121, 122, 123-a~123-d, 124-a~124-d, 125-a~125-d, 141, 142 光受信部

201, 202, 601, 602, 610-a~610-d, 620-a~620-d プロテクションスイッチ

211, 212 光スイッチ

221, 222, 231, 232, 241, 242 光合分波器

221-1~221-3, 222-1~222-3, 231-1~231-3, 232-1~232-3, 241-1~241-5, 242-1~242-5 入出力ポート

301, 302, 311~314, 321-i, 321-o, 322-i, 322-o, 323-i, 323-o, 324-i, 324-o 光ファイバ伝送路

401, 402, 403, 404, 411~414, 421-i, 421-o, 422-i, 422-o, 423-i, 423-o, 424-i, 424-o 信号

501, 502, 511~514 光信号

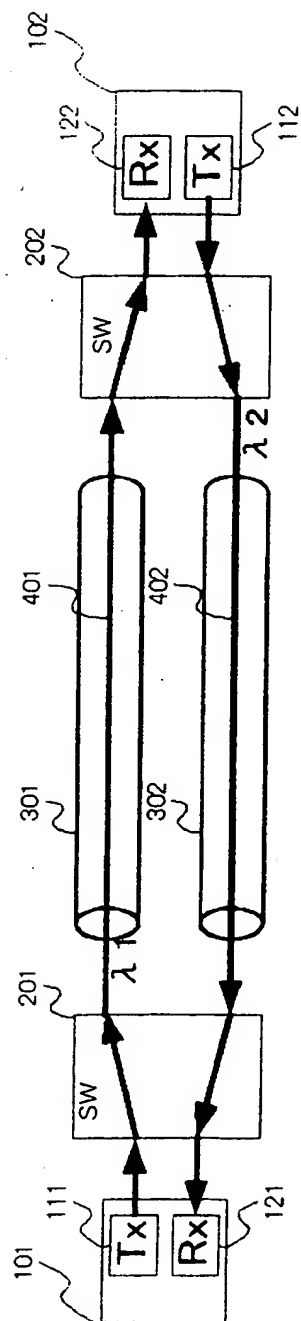
503, 504, 521~524 透過特性

700-a~700-d, 710-a~710-d ノード

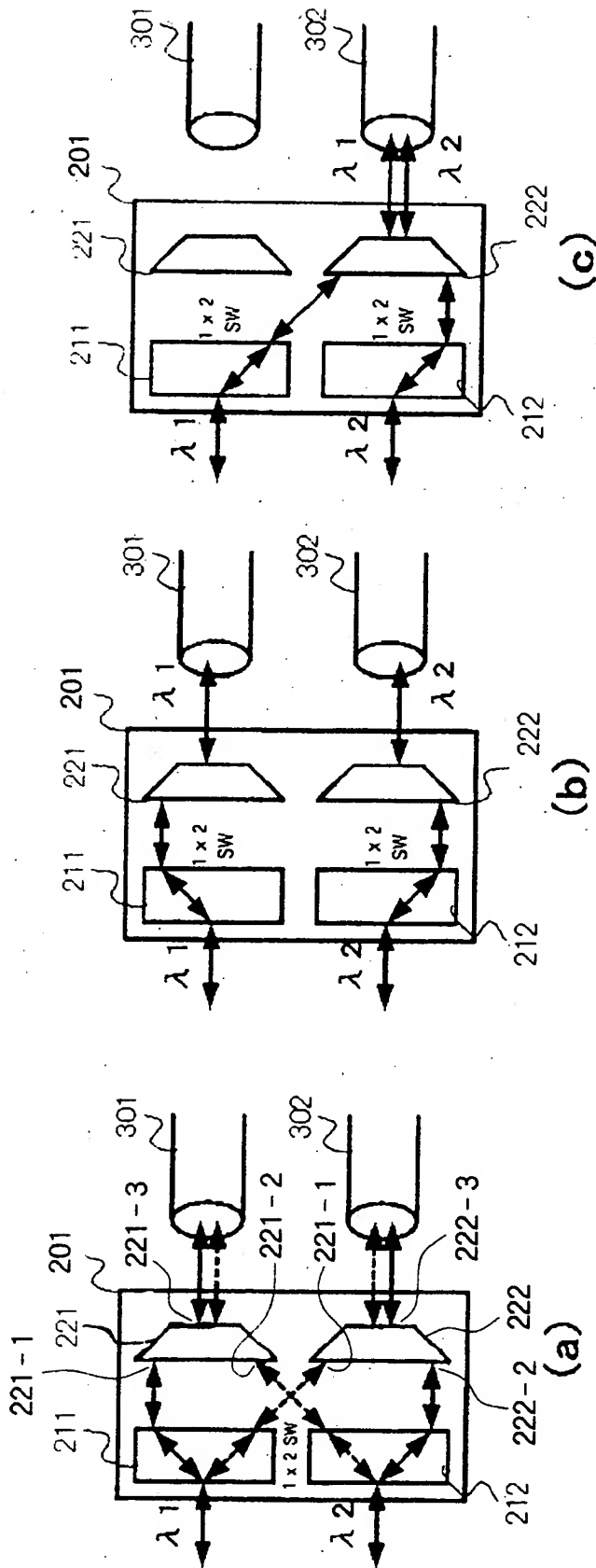
【書類名】

図面

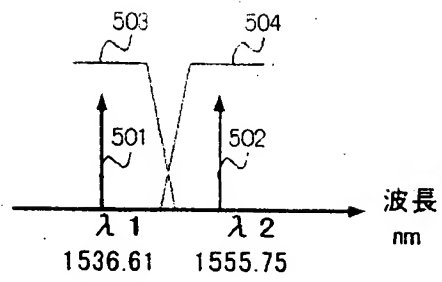
【図 1】



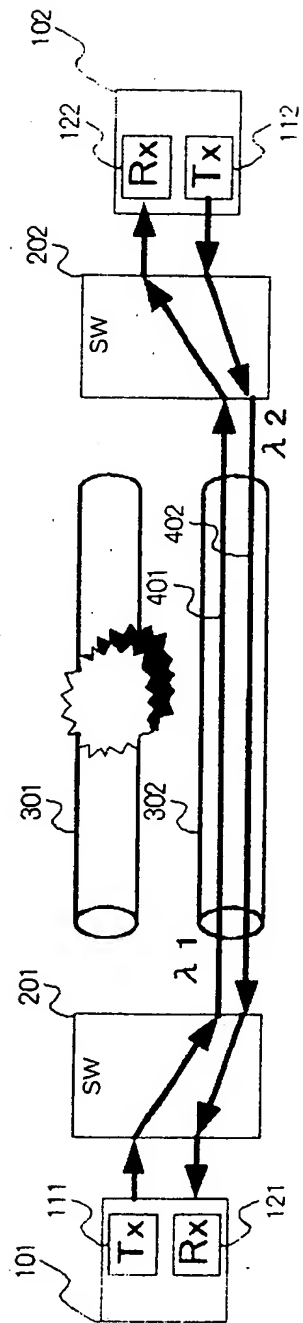
【図2】



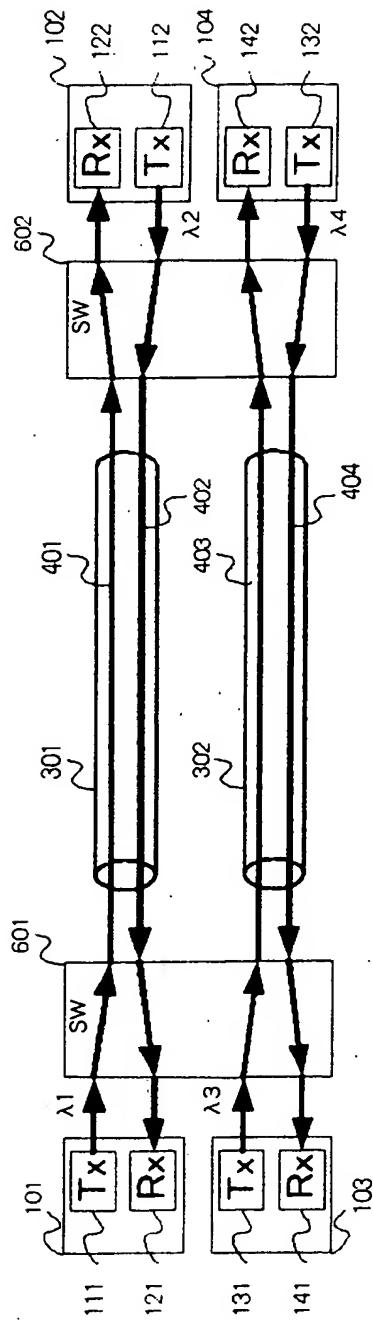
【図3】



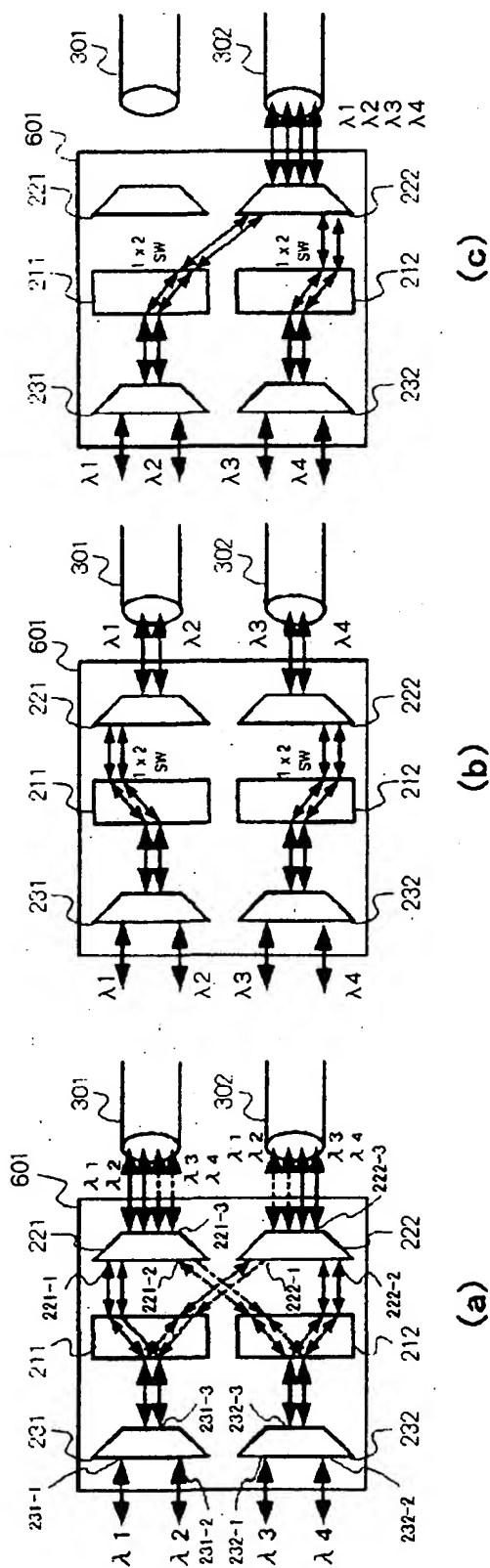
【図4】



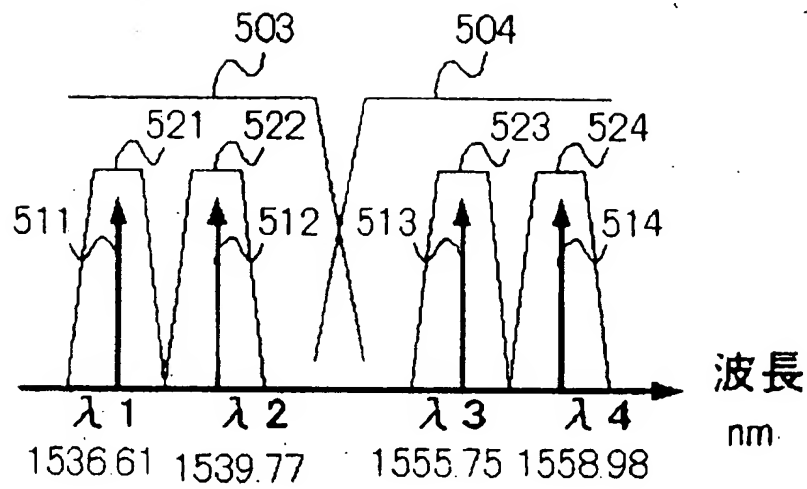
【図 5】



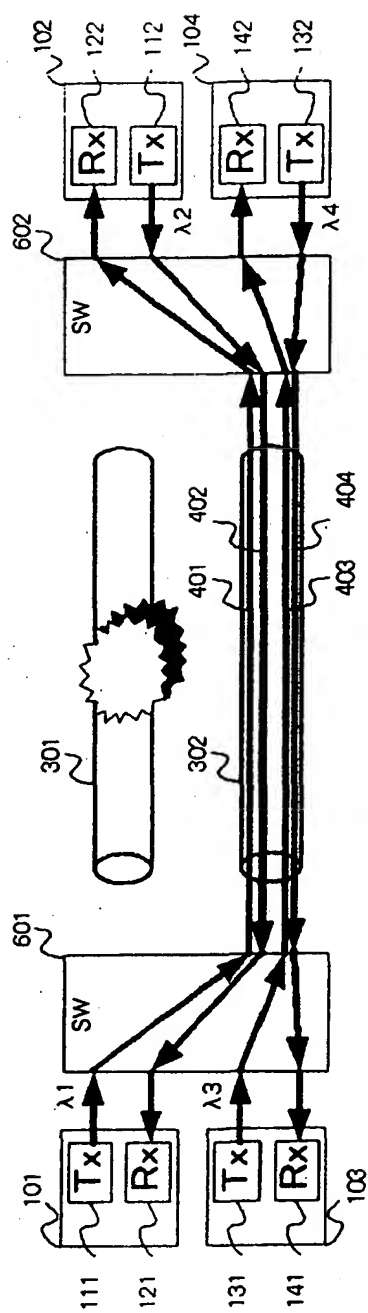
【図6】



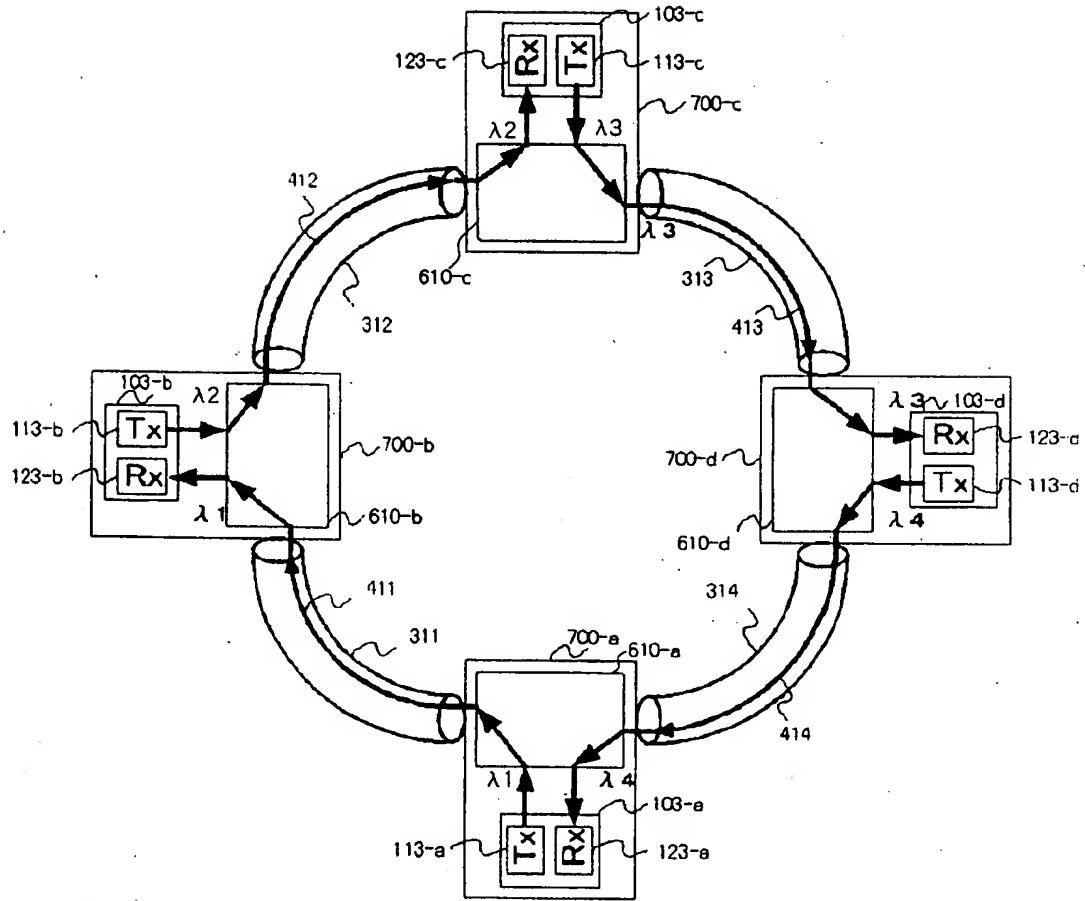
【図7】



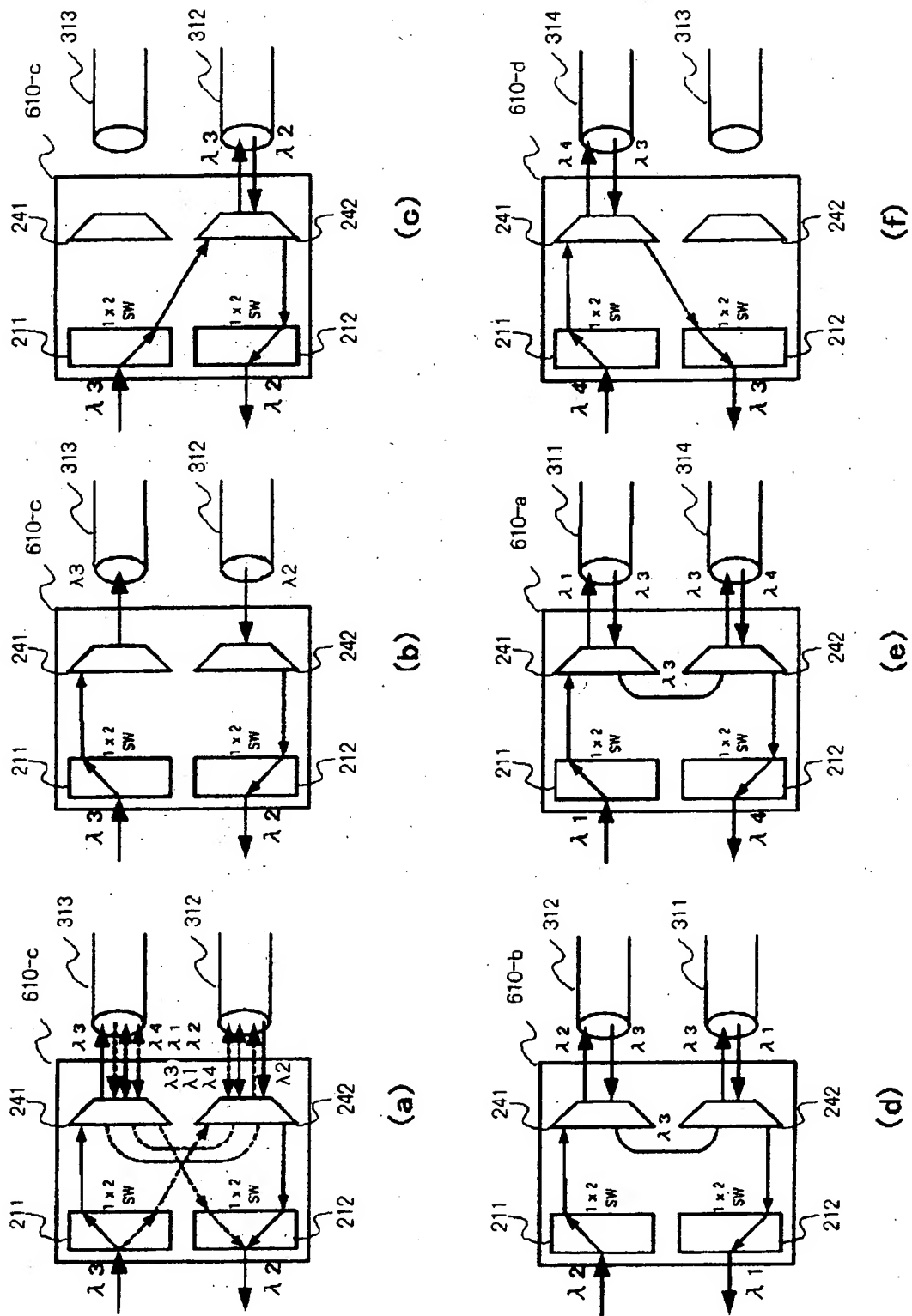
【図 8】



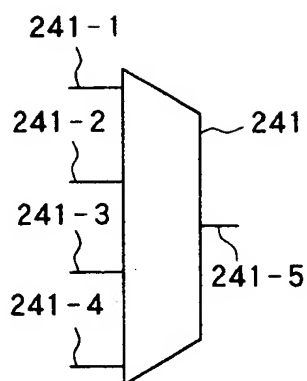
【図9】



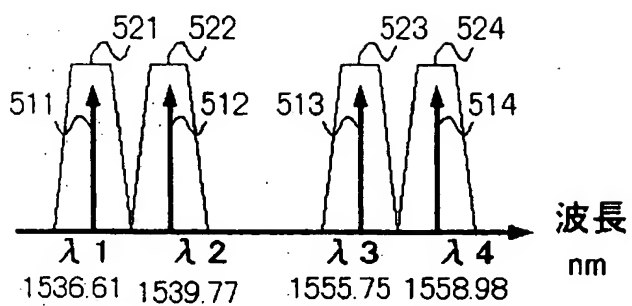
【図10】



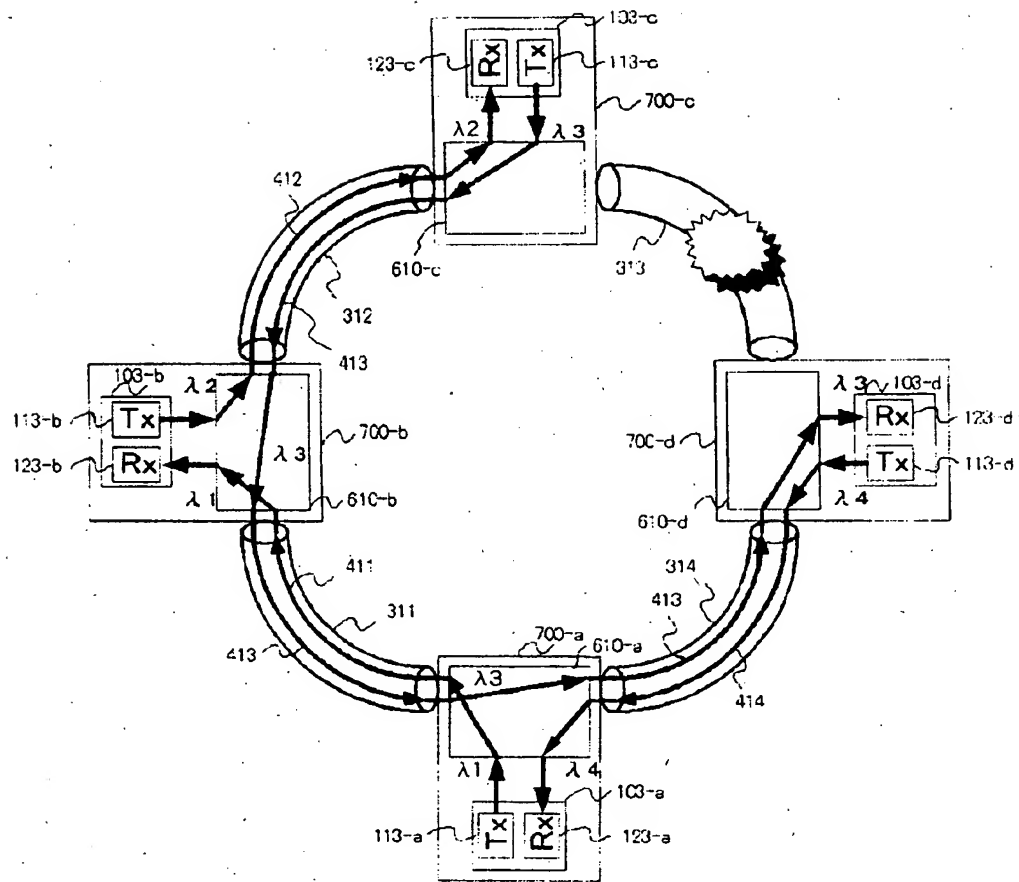
【図 1 1】



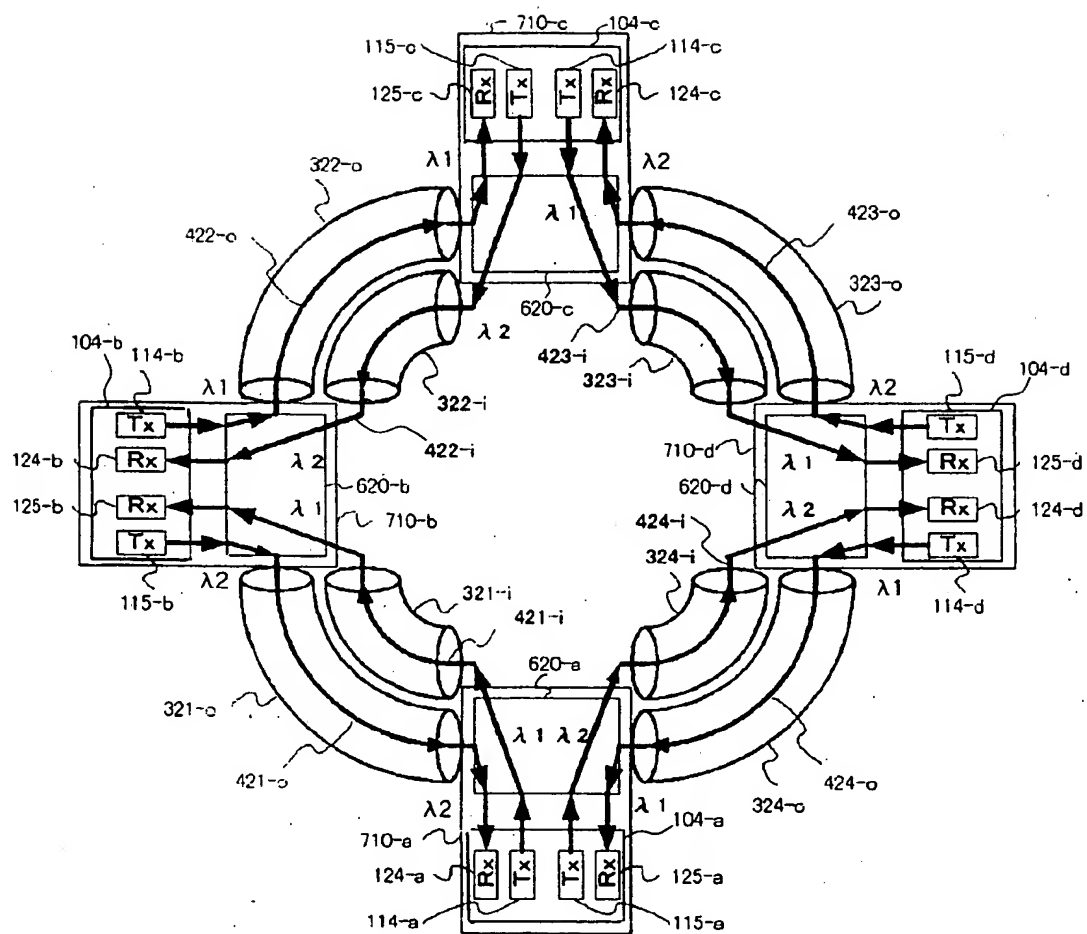
【図 1 2】



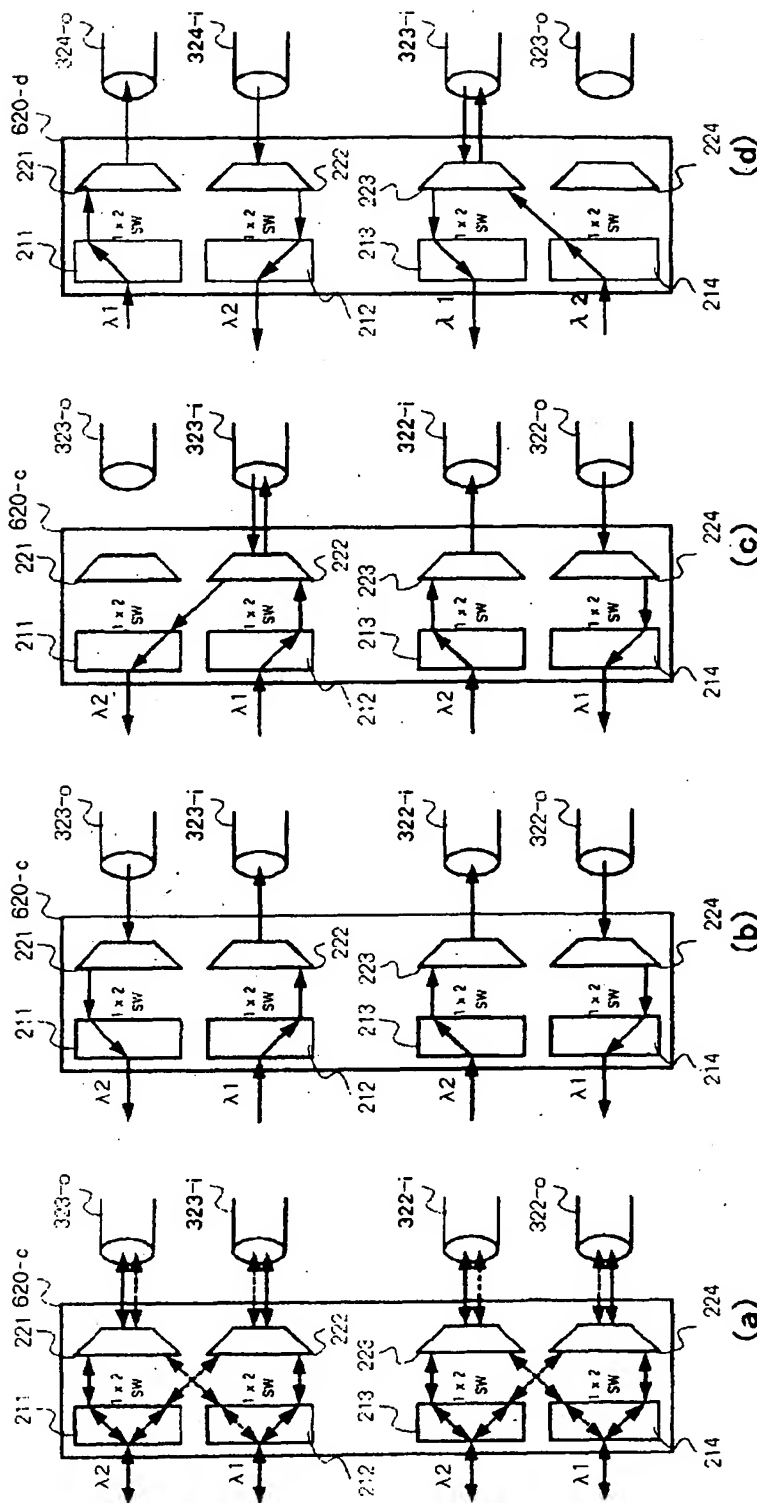
【図13】



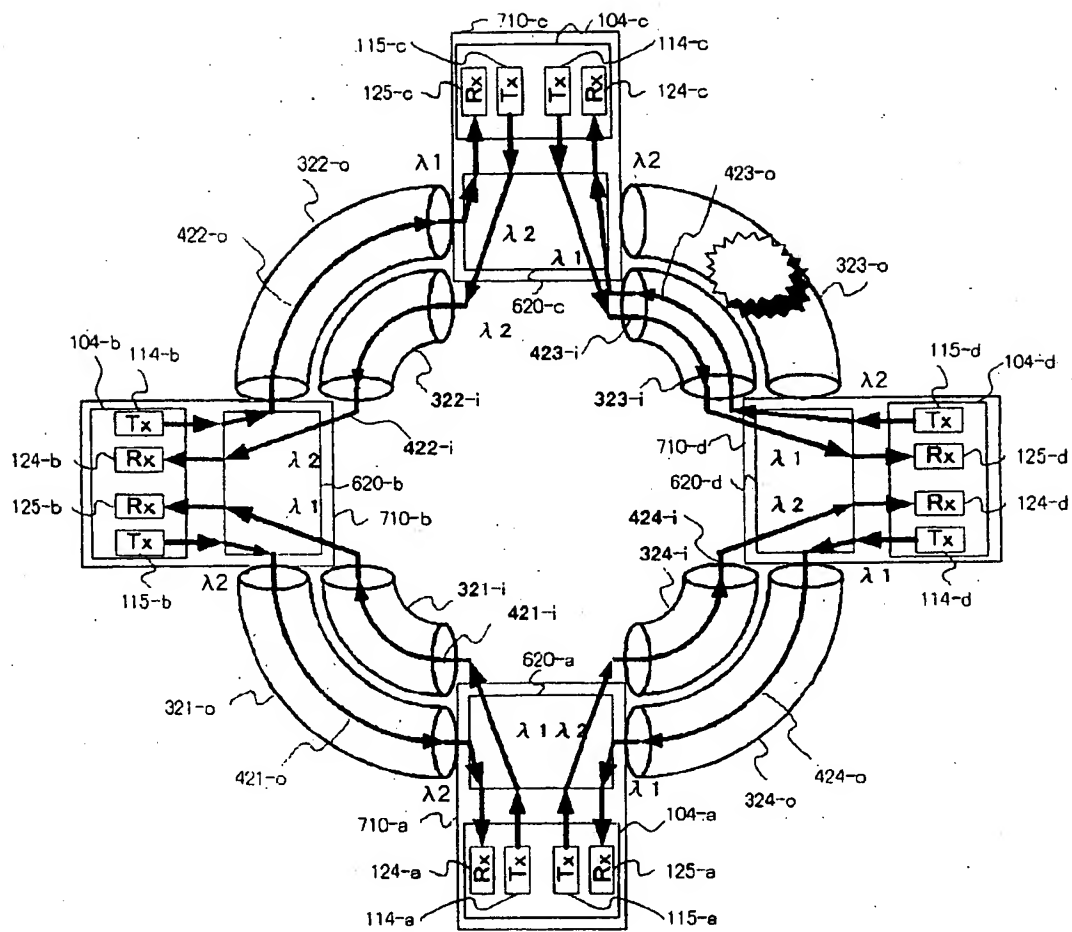
【図14】



【図15】



【図16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プロテクション機能を有し、低コストの通信ノードにより構成された光ネットワークシステムを提供する。

【解決手段】 光伝送装置 1 0 1 は、少なくとも 1 つの光送信器 1 1 1 と少なくとも 1 つの光受信器 1 2 1 を備え、対向ノードとの間で光信号を送受信する。

スイッチ装置 2 0 1 は、送信伝送路 3 0 1 および受信伝送路 3 0 2 に障害がなければ、光送信器 1 1 1 からの光信号を送信伝送路 3 0 1 に送り受信伝送路 3 0 2 からの光信号を光受信器 1 2 1 に送る。スイッチ装置 2 0 1 は、送信伝送路 3 0 1 に障害が起こると、光送信器 1 1 1 からの光信号を受信伝送路 3 0 2 に送るように切り替わる。スイッチ装置 2 0 1 は受信伝送路 3 0 2 に障害が起こると、光受信器 1 1 1 に送る光信号を送信伝送路 3 0 2 から受けるように切り替わる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名 日本電気株式会社